

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Уральский государственный педагогический университет»  
Институт математики, физики, информатики и технологий  
Кафедра информатики, информационных технологий и методики обучения  
информатике

## **РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ИНФОРМАТИКЕ**

*Выпускная квалификационная работа  
бакалавра по направлению подготовки  
44.03.01 – Педагогическое образование.  
Профиль: Информатика.*

Работа допущена к защите  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Исполнитель: студент группы ИНФ-1501  
Института математики,  
физики, информатики и  
технологий  
Девярых В.К.  
подпись: \_\_\_\_\_  
Руководитель: к.п.н., доцент кафедры  
ИИТиМОИ Лозинская А.М.  
подпись: \_\_\_\_\_

Екатеринбург – 2019

## Реферат

**Девярых В.К.** РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ИНФОРМАТИКЕ, выпускная квалификационная работа: 58 стр., рис. 32, библи. 40, назв., приложений 2.

**Ключевые слова:** дополненная реальность, виртуальные объекты, обучение школьников, информатика, unity, vuforia.

**Объект исследования** – процесс обучения школьников информатике.

**Цель исследования** – разработать элементы дополненной реальности (AR-элементы) для обучения школьников информатике.

В ходе исследования была проанализирована роль технологии дополненной реальности в современном мире, в частности – в сфере образования, разработаны элементы дополненной реальности для обучения школьников информатике, произведена апробация продуктов разработки и анализ результатов, а также разработаны методические рекомендации по использованию элементов дополненной реальности для обучения.

Приложение с использованием элементов дополненной реальности разработано для смартфонов на платформе Android. Оно может применяться в процессе обучения информатике непосредственно на уроках и при выполнении работы дома. Для использования разработанного продукта не требуется никакого дополнительного оборудования, кроме смартфона или планшета, имеющих камеру. При желании преподаватель может дополнить разработанное приложение, а также адаптировать его под устройства на iOS, персональные компьютеры с ОС Windows, Linux, MacOS.

Для апробации разработанного приложения были созданы элементы дополненной реальности с помощью плагина Vuforia на игровом движке Unity. Элементы дополненной реальности, разработанные в процессе исследования, могут быть использованы в обучении непосредственно на уроках информатики, а также на их основе могут быть разработаны подобные элементы для других дисциплин.

## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>Глава I. Научно-методические основы применения технологий дополненной реальности в обучении .....</b>	<b>8</b>
1.1. Технология дополненной реальности: сущность, средства и методы реализации .....	8
1.2. Анализ практического опыта использования дополненной реальности в процессе обучения .....	20
<b>Глава II. Разработка элементов дополненной реальности для обучения школьников информатике .....</b>	<b>25</b>
2.1. Создание виртуальных объектов и реализация технологии дополненной реальности.....	25
2.2. Методические рекомендации по разработке элементов дополненной реальности для обучения.....	41
2.3. Апробация продуктов разработки и анализ результатов .....	43
<b>Заключение.....</b>	<b>47</b>
<b>Библиографический список.....</b>	<b>47</b>
<b>Приложения.....</b>	<b>54</b>

## Введение

Современному человеку свойственно стремление к постоянному развитию и саморазвитию, неотъемлемой частью его жизни является образование в течение всей жизни.

Необходимо отметить, что современная система образования построена таким образом, что в процессе обучения теоретические знания преобладают над практическими. Вместе с тем известно, что знания, полученные практическим путем, усваиваются обучающимися лучше и сохраняются на более длительный период, в отличие от знаний, полученных только теоретически.

Кроме того, в некоторых образовательных организациях реализация проведения практических занятий может быть затруднена или невозможна: например, отсутствуют необходимые химические реактивы или минеральные/горные породы для демонстрации их учащимся.

Таким образом, ситуация в сфере образования, касающаяся практических занятий, обуславливает актуальность применения новых информационных технологий в сфере образования. Одним перспективных направлений развития инновационных образовательных технологий является применение дополненной реальности в процессе обучения.

Технологии дополненной реальности основываются на механизме наложения виртуального объекта (графики, текста, аудио, видео и др.) на реальный объект окружающего мира в реальном времени. [22] Это означает, что при создании дополненной реальности, разработчик с помощью специального программного обеспечения и гаджетов помещает объекты в пространство в режиме реального времени. Направление исследований в данной области обозначается чётким устоявшимся термином – Augmented Reality (дополненная реальность) или AR-технология.

Дополненная реальность, как мощный инструмент визуализации контекстной информации и эргономичного способа ее «доставки» человеку, была по достоинству оценена в сферах бизнеса и развлечений: рекламные

стенды, анимированные презентации, 3D-модели, сопровождение сложных инженерных и ремесленных работ, тренажеры и другое. [27] Например, сегодня у пользователей гаджетов существует возможность «примерить» на своем теле одежду, выбрать, какие прическа и цвет волос выглядят на них более презентабельно, не выходя из дома. Данные и другие манипуляции можно совершить при помощи специальных приложений и Интернет-ресурсов, созданных некоторыми кампаниями для привлечения потока клиентов, зачастую – для развлечения пользователей.

На современном этапе своего развития компьютерные технологии дополненной реальности начинают влиять на технологии обучения, обогащая их средства и методы, расширяя дидактические и когнитивные возможности. Размещение виртуальных объектов в конкретной среде, в которой они изначально отсутствуют, позволяет смоделировать необычные образовательные практики.

Современному человеку необходимо уметь находить информацию, определять степень ее достоверности, анализировать, обобщать и использовать для прогнозирования. Требования стандартов к результатам образования также отражают важность приобретения компетенций в области современных компьютерных устройств и технологий.

Использование такой технологии, как дополненная реальность, предоставляет обучающимся возможность практиковаться в полученных ими теоретических знаниях абсолютно безопасно (например, проводить химические опыты и эксперименты, наглядно представлять алгоритмы сортировки массивов или кодирования информации, видеть, как работают отдельные части компьютера и т.д.), визуализировать объекты, представленные в учебно-методических материалах. [21] Таким образом, наглядность представления содержания образования значительно возрастает, более того, поскольку технология достаточно новая, и для ее использования необходимы привычные для современных учащихся гаджеты (смартфоны) – повышается интерес

школьников к изучаемой дисциплине. Следует учесть, что AR-технологии не требуют использования дополнительного или дорогостоящего оборудования. Разработать элементы дополненной реальности для обучения сможет каждый учитель информатики.

Согласно статистике, в настоящее время смартфонами пользуются более 95% учащихся средней и старшей школы. [28] Несмотря на это, отсутствие смартфона или планшета у учащегося не является решающим негативным фактором в том случае, если в образовательном процессе будут применены технологии дополненной реальности, т.к. данная технология не станет основной, более того, существует возможность воспользоваться смартфоном одноклассника или вместе с ним.

Таким образом, актуальность использования технологии дополненной реальности в обучении заключается в повышении наглядности обучения и интереса учащихся к нему, а также в популярности смартфонов среди учащихся средней и старшей школы.

Гипотеза исследования: использование элементов дополненной реальности в обучении позволяет повысить наглядность содержания образования, интерес к познавательной деятельности, мотивацию к применению гаджетов для решения учебных задач.

Объект исследования: процесс обучения школьников информатике.

Предмет исследования: использование технологии дополненной реальности в обучении.

Цель исследования – разработать приложение дополненной реальности (AR-элементы) для обучения школьников информатике.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи исследования:

1. Провести анализ литературы и Интернет-источников в области разработки технологий дополненной реальности, а также способов ее использования для обучения.

2. Провести анализ способов разработки технологии дополненной реальности, а также методик ее использования для обучения информатике.
3. Разработать приложение дополненной реальности для использования в обучении информатике учащихся средней и старшей школы.
4. Провести апробацию разработанного приложения и объектов дополненной реальности.
5. Сформулировать методические рекомендации по разработке AR-приложения.

## **Глава I. Научно-методические основы применения технологий дополненной реальности в обучении**

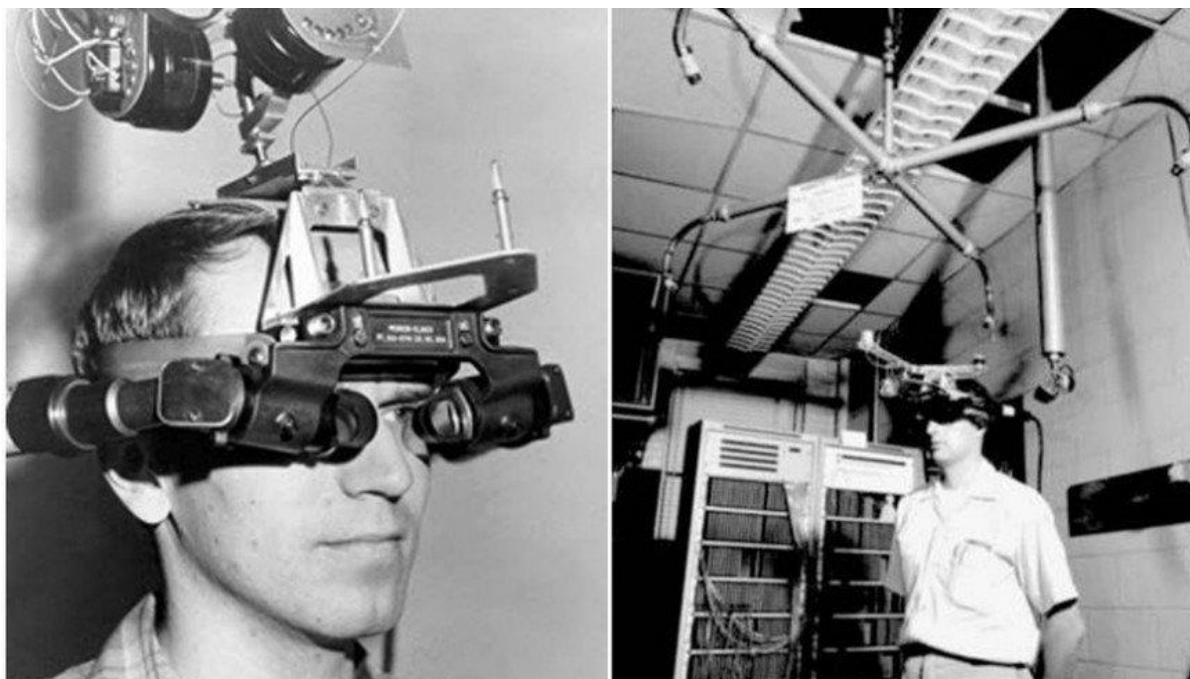
### **1.1. Технология дополненной реальности: сущность, средства и методы реализации**

#### *Сущность технологии дополненной реальности и методы ее реализации*

Принцип работы технологии дополненной реальности состоит в механизме наложения некоторого виртуального объекта (графики, текста, аудио, видео и др.) на реальный объект окружающего мира в реальном времени. Направление исследований в данной области обозначается чётким устоявшимся термином – Augmented Reality (дополненная реальность), сокращенно – AR-технология.

Несмотря на то, что широкую популярность приложения с использованием дополненной реальности обрели относительно недавно, данную технологию сложно назвать новейшей. В 70-х годах XX века профессор Гарвардского университета А. Сазерленд со своими студентами показал возможность дополнения одной реальности (естественной) другой (виртуальной) (рис. 1). [39] В настоящее время IT-эксперты выделяют концепцию расширенной реальности (XR), включающей дополненную реальность (AR) и виртуальную реальность (VR), ключевым трендом развития, предоставляющим возможность коренного изменения подходов к организации рабочих и учебных процессов, социального и досугового сопровождения.





**Рисунок 1. Первые очки дополненной реальности**

Сегодня дополненная реальность является мощным инструментом визуализации контекстной информации и эргономичного способа ее доставки человеку. [40] Применение AR-технологии в настоящее время более всего распространено в сферах бизнеса и развлечений: создаются рекламные стенды и анимированные презентации, разрабатываются 3D-модели, тренажеры ключевых и специфических профессиональных умений инструктивное сопровождение сложных инженерных и ремесленных работ, и многое другое. Например, сегодня у пользователей смартфонов и планшетов есть возможность «обустроить» свою комнату, квартиру, дом мебелью из конкретного мебельного магазина, благодаря чему потенциальные покупатели понимают, насколько тот или иной объект интерьера подходит именно им.

Безусловно, развитие компьютерных технологий начинает влиять на технологии обучения, обогащая их средства и методы, расширяя возможности образовательного процесса. Размещение некоторых виртуальных объектов в определенной среде, в которой они изначально отсутствуют, позволяет смоделировать необычные образовательные практики.

Вместе с тем, технологии дополненной реальности пока являются «экзотическим» инструментом представления учебно-методического обеспечения дисциплины. Во многом это связано с ограничениями, накладываемыми особенностями организации человеко-компьютерного взаимодействия посредством экрана, обеспечивающего представление графического пользовательского интерфейса для вывода информации.

Популяризации AR-технологии способствует повышение общего уровня компьютерной грамотности, распространение информационных технологий на все сферы человеческой деятельности, стремительное развитие мобильных компьютерных устройств и игровой индустрии. Так, настоящий прорыв технологии произошел после выхода игры «Pokemon Go»: наложение 3D-объектов и специальных меток на окружающую местность вызвало большой интерес пользователей, резонанс в теле- и социальных сетях. Отметим, что первыми мобильные устройства для дополненной реальности адаптировали немецкие исследователи Д. Шмальстиг и Д. Вагнер (начало XXI века).

#### *Области применения технологии дополненной реальности*

В XXI веке дополненная реальность нашла свое применение в различных сферах. Технологии дополненной реальности задействованы в привлечении клиентов, обучении кадров, строительстве, конструировании автомобилей, развлечении обычных пользователей.

Наиболее распространена технология дополненной реальности в сфере маркетинга. [35] Для того, чтобы у потенциального покупателя появилось желание купить предлагаемый продукт, необходимо предоставить ему возможность изучить продукт индивидуально, с любой интересующей стороны. В этом помогает AR-технология. Например, с ее помощью сегодня можно примерить одежду и различные аксессуары, попробовать различную косметику или макияж, прическу, и даже машину.

Широко распространена технология дополненной реальности в сфере геолокации и туризма. [34] Многие смартфоны сегодня имеют встроенные GPS-

навигаторы, также существуют специализированные устройства. Благодаря функции отслеживания устройства в пространстве, технология дополненной реальности предоставляет возможность сориентироваться на местности, проложить маршрут следования, изучить информацию о встретившейся достопримечательности. Наиболее распространенным приложением такого типа является система «2Gis».

Активно используется дополненная реальность и в медицине. [37] В основном такие приложения носят обучающую цель: безусловно, практиковать знания медицинского характера необходимо начинать на самых простых вещах, в чем помогает данная технология. Например, существует программа «Palpsim AR», позволяющая обучать процессу пальпирования. Более того, уже разработано программное обеспечение, основанное на использовании AR-технологий, позволяющее контролировать состояние пациента без каких-либо датчиков.

Достаточно перспективным является использование дополненной реальности в архитектуре и строительстве. [33] С помощью данной технологии, архитектор, который построил чертёж, получает возможность увидеть предполагаемый результат на основе него на экране планшета или смартфона. Это выглядит не только презентабельно, позволяя показать возможным заказчикам или покупателям будущие результаты работы, но и полезно, так как неправильно построенный чертёж будет обнаружен сразу, и ряда ошибок в ходе строительства можно будет избежать на начальном этапе.

Технология дополненной реальности используется в игровой индустрии. Квесты, основанные на наложении виртуальной реальности на окружающую пользователя среду, имеют большую популярность, ярким примером чего можно назвать игру «Pokemon Go» – игра на смартфоны, основанная на GPS-метках дополненной реальности.

Технология дополненной реальности применяется в различных видах промышленности, в том числе авиационной и автомобильной. [38]

Использование данной технологии позволило значительно сократить время на производство автомобилей и другой техники, а также уменьшить количество ошибок при производстве. Например, исходя из данных доклада компании Boeing, «использование Google Glass позволило сократить время производства на одну четверть и сократить количество ошибок в два раза», а проекционная система дополненной реальности «OPS Solutions» позволила рабочим концерна «Fiat Chrysler Automobiles (FCA)» на каждом этапе сборочного процесса получать наглядную информацию о следующем шаге.

В последнее время набирают популярность детские книги с дополненной реальностью. Такие книги представляют собой обычные печатные издания, которые можно купить в магазине или заказать через Интернет. Скачав приложение, специально предназначенное для приобретенной книги, и установив его на смартфон или планшет, пользователю предоставляется возможность «оживить» иллюстрации, напечатанные в книге. Например, таким изданием является «3D-книга с оживающей реальностью "Лес"». [1]

Дополненная реальность используется и в образовании. Об этом подробнее описано в параграфе 2.

### *Принципы работы AR-приложений*

Специфика работы дополненной реальности состоит в том, что она программным образом визуально совмещает два изначально независимых пространства: мир реальных объектов и виртуальный мир, созданный на компьютере. [26]

Новая виртуальная среда образуется с помощью наложения виртуальных объектов, запрограммированных ранее, поверх видеосигнала с камеры, и становится интерактивной путем использования специальных маркеров.

Технология дополненной реальности разработана не только для развлекательных и рекламных целей. Приложения, построенные на данной основе, существуют в медицинской, военной, образовательной сфере.

Основой технологии дополненной реальности является система оптического трекинга. Это значит, что камеру можно представить, как «глаза» системы», а маркеры – это «руки». На каждый маркер запрограммировано определенное действие или 3D-объект. *Качественными, хорошими маркерами* принято считать изображения, имеющие много отличительных черт или точек, которые впоследствии будет считывать камера: это нужно для того, чтобы исключить путаницу между маркерами. [31] Таким образом, камера распознает маркеры, находящиеся в реальном мире, считывает их в виртуальную среду, накладывает один слой (виртуальный) реальности на другой (реальный) и таким образом создает мир дополненной реальности.

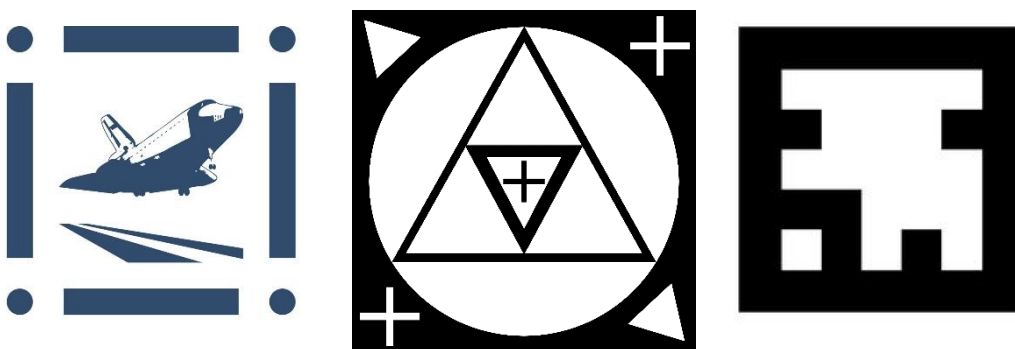
В настоящее время технологии дополненной реальности развиваются в трех направлениях:

1. «Безмаркерная» технология (рис.2). Она работает по особым алгоритмам распознавания, где на окружающую местность, снятую камерой, накладывается виртуальная «сетка». [34] На такой сетке программные алгоритмы находят особые опорные точки, которые помогают определить точное место, к которому необходимо «привязать» виртуальную модель или объект. Преимущество данной технологии состоит в том, что объекты реального мира сами по себе являются маркерами, т.е. отсутствует необходимость создания специальных визуальных идентификаторов. Главный критерий при выборе метки в данной технологии – изображение или объект должны быть контрастными сами по себе и относительно окружающей среды, иметь достаточное количество опорных точек для того, чтобы камера могла корректно распознавать их среди других меток.



**Рисунок 2. Примеры качественной метки при использовании безмаркерной технологии**

2. Технология на базе маркеров или меток (рис.3). Данная технология удобна тем, что маркеры распознаются камерой проще, а также делают привязку к месту для виртуальной модели более жесткой. Вероятность сбоев при использовании данной технологии минимальна. Маркер по своей структуре и внешнему виду немного напоминает QR-коды, которые также являются частью технологий дополненной реальности. Маркерная технология (самая простая и популярная) обобщенно может быть описана следующими процессами: захват камерой объекта реального мира и передача видеопотока в компьютер; анализ программным обеспечением компьютера кадров видеоизображений и поиск наличия специальных меток (маркеров, триггеров); вычисление позиции камеры относительно маркеров; отрисовка виртуального объекта в видеокадре; отображение на месте маркера виртуального объекта. [30]



**Рисунок 3. Примеры качественных меток при использовании маркерной технологии**

3. Технология привязки к GPS-меткам. В любой смартфон встроен датчик GPS, отслеживающий местоположение объекта (смартфона). Место виртуального объекта определяется его координатами в пространстве. Программа активируется, если координаты GPS совпадают с координатами виртуального объекта. Пространственная технология базируется на определении в окружающем пространстве реперных точек и вычисления по ним относительного положения пользователя с помощью систем геолокации GPS/ГЛОНАСС. Координаты в открытом пространстве определяют и место виртуального объекта.

Нами было выбрано использование безмаркерной технологии разработки элементов дополненной реальности, так как такие изображения привлекают больше внимания учащихся благодаря отсутствию специальных знаков в своей структуре, то есть по факту, для людей, не знакомых с технологиями дополненной реальности, происходит некое «чудо»: обычное изображение превращается в 3D-объект, видео или другой элемент.

Более того, использование безмаркерной технологии имеет дополнительные преимущества в плане внедрения в методическую часть наглядных печатных материалов, используемых в общеобразовательных учреждениях при изучении конкретной темы и проведении практических работ по ней.

#### *Классификация и сравнение систем дополненной реальности*

Средства разработки дополненной реальности представлены широким спектром программных продуктов. [24] Технологии, содержащиеся в основе каждого из инструментариев, как правило, имеют достаточно сильные отличия. [23]

Для разработки приложений с использованием технологий дополненной реальности существуют следующие наиболее доступные подходы [24]:

а) использовать готовые библиотеки (фреймворки) Augmented Reality, включающие различные алгоритмы трекинга объектов, захвата, распознавания

и обработки изображений и поддерживающие различные устройства и платформы [7, 11, 13 и др.];

б) использовать браузеры (платные / бесплатные), позволяющие получить доступ к программному обеспечению для сканирования пространства и оптического распознавания объектов, определения местоположения пользователя, хранения массивов данных (например, маркеров) [4, 9, 16, 17 и др.].

Распознавание и отслеживание изображений – основная функция AR-приложений. Программное обеспечение мобильных устройств включает алгоритмы машинного зрения для камеры и искусственного интеллекта для отслеживания изображений. Большинство фреймворков также ориентированы на платформы iOS или Android (выбор инструментов, совместимых, например, с Windows очень ограничен). Современные смартфоны оснащены как модулями геолокации, так и камерами высокой разрешающей способности, поэтому разрабатывать приложения дополненной реальности проще для мобильных устройств.

Создание виртуальных изображений и графических эффектов требует использования многофункциональных инструментов, например, игрового движка Unity или OpenSceneGraph. Выбор зависит от того, насколько сложным в графическом отношении должен быть моделируемый контент. [31]

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики некоторых существующих SDK (*software development kit*) – наборов средств разработки AR-приложений. Результатом работы в таком случае является отдельное приложение, которое размещают в Google Play или AppStore.



Таблица 1

	Поддерживаемые платформы	Функции	Условия использования
<b>Vuforia [17]</b>	Android, iOS, UWP и Unity	распознавание различных типов визуальных объектов, распознавание текста и окружающей среды, VuMark (комбинация изображения и QR-кода)	бесплатно с водяным знаком Vuforia; платно и без водяного знака – \$99
<b>EasyAR [9]</b>	Android, iOS, UWP, Windows, OS X и Unity	распознавание 3D-объектов, восприятие окружающей среды, облачное распознавание, работа на смарт-очках, облачное развёртывание приложений	бесплатно
<b>Wikitude [18]</b>	Android, iOS, смарт-очки	распознавание и отслеживание изображений, технология трёхмерного слежения на базе SLAM, GEO Data (улучшенная работа с данными с географической привязкой), облачное распознавание (позволяет сохранять базы данных изображений в облаке)	бесплатно с водяным знаком, платно – от €1990.
<b>ARToolKit [4]</b>	Android, iOS, Linux, Windows, OS X и смарт-очки	отслеживание позиции устройства, отслеживание плоского изображения, калибровка камеры, поддержка оптических шлемов и очков, бесплатное программное обеспечение, открытый исходный код, оптимальная скорость работы приложений	бесплатно
<b>Kudan</b>	Android, iOS	распознавание простых изображений и 3D-объектов, лёгкая генерация	бесплатно – для тестирования,

		базы данных в редакторе Unity	платно – от \$1230
--	--	-------------------------------	--------------------

В таблице 2 приведены сравнительные характеристики некоторых средств разработки AR-контента в браузерах. Такие сервисы позволяют пользователю получить доступ к проектам нескольких компаний или организаций.

**Таблица 2**

	Поддерживаемые платформы	Функции	Условия использования
<b>Aurasma (HP Reveal) [11]</b>	Android, iOS	перенос изображения, объектов в виртуальный мир простым наведением устройства, создание собственных аур и прикрепление их к изображениям, предметам и зданиям, выбор анимационных 3D-персонажей из библиотеки приложения, возможность поделиться своими «аурами» с друзьями в Twitter, Facebook, sms или по электронной почте.	бесплатно
<b>BlippAR [7]</b>	Android, iOS	не требуется программирование или настройка приложения, отслеживание данных в реальном времени	пробная версия предоставляется бесплатно
<b>Layar</b>	Android, iOS, BlackBerry	интеграция дополненной реальности в печать	бесплатно

<b>Metaverse</b> (gometa.io) [13]	Android, iOS	простота использования, возможность добавлять собственные и встроенные 3D-объекты, большое количество методических материалов, большое количество слоев, фонов, 3D-объектов, интуитивно понятный интерфейс	бесплатно
---	--------------	--	-----------

Продолжение таблицы 2

<b>Augment</b>	iOS	Захват и модификация изображения с помощью объектов дополненной реальности, возможность просматривать AR-ауры известных корпораций и компаний	бесплатно
<b>Daqri Studio</b>	Android, iOS	Возможность использовать очки виртуальной и дополненной реальности, сотрудничество с командой, используя естественное сочетание видео, голоса и 3D-аннотаций, наблюдение, направление или комментирование реального видения мира с помощью цифровых инструментов и инструкций.	бесплатно

В процессе анализа исходных условий (отсутствие профессионального опыта программирования AR-приложений), задач проектирования AR-контента и средств разработки, нами были определены ключевые аспекты характеристик для отбора: бесплатность программного обеспечения; простота использования, мобильная платформа Android / iOS; маркерная технология; распознавание изображений; воспроизведение 2D и 3D изображений, текста, аудио.

## **1.2. Анализ практического опыта использования дополненной реальности в процессе обучения**

На современном этапе своего развития компьютерные технологии дополненной реальности начинают влиять на технологии обучения, обогащая их средства и методы, расширяя дидактические и когнитивные возможности. [29] Размещение виртуальных объектов в конкретной среде, в которой они изначально отсутствуют, позволяет смоделировать необычные образовательные практики. [25]

Сегодня человеку необходимо уметь быстро находить достоверную информацию, анализировать, обобщать и использовать для прогнозирования. Требования стандартов к результатам образования также отражают важность приобретения компетенций в области современных компьютерных устройств и технологий. [20] Вместе с тем, технологии дополненной реальности пока являются «экзотическим» инструментом представления учебно-методическом обеспечения дисциплины. [14] Во многом это связано с ограничениями, накладываемыми особенностями организации человеко-компьютерного взаимодействия посредством экрана, обеспечивающего представление графического пользовательского интерфейса для вывода информации.

Обучение всегда эффективнее тогда, когда к предмету и процессу познания возникает интерес – этим и обусловлено, в первую очередь, стремление преподавателей использовать элементы дополненной реальности в организации учебной деятельности. Можно привести примеры опыта успешного использования дополненной реальности в обучении [8, 15, 40 и др.]:

— добавление к учебному контенту дополнительной информации – краткой биографии человека, исторических фактов, фотографий с мест событий, визуальных 2D и 3D-моделей, что делает анимированное содержание интересным, технологически современным, способствует более широкому и глубокому пониманию предмета;

— сопровождение заданий и учебного текста методическими рекомендациями преподавателя – учащиеся могут сканировать определенные элементы книги и получать текстовые, аудио / видео советы от учителя или получить полезную информацию о графике изучения темы, контрольных испытаниях, способах связи с другими учениками для обсуждения учебных вопросов;

— визуализация сложных объектов в 3D-модели с возможностью взаимодействия (установить прозрачность, цветовую схему, стили), что облегчает восприятие абстрактной информации и понимание текста (математика, физика, химия, черчение, технические науки и др.);

— дополнение учебного контента «teaser» (головоломкой), проблемным или игровым заданием, способствующими активизации внимания, развитию интеллектуальных способностей, стимулированию положительных эмоций и интереса к учебной деятельности.

Можно выделить три направления исследований и разработок в области применения технологий дополненной реальности для обучения: среднее и профессиональное образование, самообразование, начальное образование и обучение детей. Приведем несколько наиболее известных приложений дополненной реальности по выделенным направлениям:

*Elements 4D* от *DAQRI* (iOS / Android) позволяет исследовать химические элементы и их взаимодействие. В рамках проекта создано 6 интерактивных блоков (36 элементов). Для запуска приложения необходимы триггеры на печатных картах. Разработаны планы уроков для старшей, средней и начальной школы с использованием элементов дополненной реальности;

*Anatomy 4D* от *DAQRI* (iOS / Android) – энциклопедия в дополненной реальности. Программа сканирует триггеры на распечатанных из встроенной библиотеки изображениях, показывает 3D-модель и позволяет взаимодействовать с ней;

*Aug That* (iOS) позволяет сделать учебный процесс занимательным и интерактивным – обеспечивает 3D-модели, 360-градусные виртуальные среды. [5] Дополненный контент может быть динамически адаптирован к естественной среде учащегося путем отображения текста, изображений, видео или даже воспроизведения звука (музыки или речи).

*Google Translate* (Android / iOS) позволяет изучать иностранные языки без словаря, в режиме AR можно проверить неизвестные слова. Недавно в данной системе появилась также функция распознавания текста на любом языке и перевод полученного текста на нужный язык.

*Amazing Space Journey, SkyORB 3D, Star Walk (Sky Map AR)* позволяют изучать звезды, планеты Солнечной системы, созвездия. [2]

*Math alive* и *Animal Alphabet AR Flashcards* – приложения для детей до 3 класса – для обучения счету и изучению букв.

*ZooKazam* и *iBugs* (iOS / Android) – представляет животных и насекомых, образовательную информацию о них, квесты и вопросы.

Стоит упомянуть совершенно необычное комплексное решение использования Augmented и Virtual Reality для образования – аппаратное (ноутбук, стилус, очки zSpace) и программное обеспечение с библиотекой образовательных ресурсов и обучающих приложений от zSpace. [19]

Даже краткое описание приложений позволяет выделить основные дидактические возможности образовательных средств с элементами дополненной реальности: текст (в том числе печатный) может сопровождаться 3D-моделями, аудио / видео записью, дополнительной текстовой информацией, гиперссылками на сетевые ресурсы; изображения могут преобразовываться в 3D-модели, допускающие взаимодействие с пользователем и модификацию; дополненный контент (виртуальный объект) может адаптироваться к реальным объектам при наложении; технологии дополненной реальности позволяют моделировать процессы – физические, химические взаимодействия. [10, 12]

Дополненная реальность используется и при обучении школьников информатике, но редко. [30] В такой дисциплине, как информатика, достаточно мало элементов, которые можно представить в виде 3D-объектов. Именно поэтому, если некоторые учителя информатики решают использовать данную методику обучения, то используют для этого визуализацию элементов персонального компьютера [32], либо используют не 3D-элементы, а видеоматериалы, ссылки, текст, в качестве объектов, привязанных к меткам.

Выше нами были приведены примеры готовых AR-приложений для обучения и развития. Однако, для решения образовательных задач зачастую требуются средства с другими техническими, функциональными, содержательными или методическими характеристиками. Использование «коробочных» продуктов в таком случае становится нецелесообразным, малопродуктивным, что обуславливает поиск возможностей самостоятельного создания учебного AR-контента.

#### *Выбор тематики и программы для разработки виртуальных объектов*

Проанализировав имеющиеся учебно-методические комплексы (УМК) по информатике различных авторов, для разработки элементов дополненной реальности и использования их в процессе изучения информатики, нами были выделены следующие темы:

- алгоритмы сортировки, в частности – алгоритм сортировки пузырьком;
- устройство персонального компьютера, в частности – материнская плата персонального компьютера.

В ходе педагогической практики на 3 и 4 курсах обучения нами были выявлены затруднения, связанные с пониманием приведенных выше тем. Технология дополненной реальности могла бы значительно улучшить уровень знаний учащихся, т.к. с ее помощью можно наглядно показать процессы сортировки и компоненты материнской платы персонального компьютера.

Безусловно, в некоторых образовательных учреждениях существует возможность изучения отдельных компонентов компьютера на физическом примере. Однако такая возможность есть далеко не везде, а в случае занятий на дому, например, у обучающегося и вовсе может не быть подобной возможности, так как далеко не каждый способен разобрать и собрать компьютер, не у каждого есть ненужная, старая, уже не функционирующая материнская плата или видеокарта. В подобных случаях целесообразно использование специального приложения для наглядности и визуализации изучаемой темы.

Алгоритмы сортировки, судя по учебной программе и различным УМК, доступны к изучению в старших классах школы. Несмотря на то, что данные алгоритмы являются важной частью темы «Алгоритмизация и программирование», зачастую они бывают недостаточно наглядно предоставлены для изучения в школе. Более того, визуализация некоторой части программирования, позволяет повысить интерес к теме и новым методам обучения.

Проанализировав имеющееся программное обеспечение для разработки приложений и элементов дополненной реальности, был выбран плагин Vuforia на движке Unity. [16] Он позволяет создавать элементы дополненной реальности без дополнительных материальных затрат, имеет достаточно много возможностей. В ходе исследования нами планируется разработка AR-приложения для операционной системы Android, которым можно пользоваться с помощью смартфонов или планшетов как непосредственно на уроке, так и дома.



## **Глава II. Разработка элементов дополненной реальности для обучения школьников информатике**

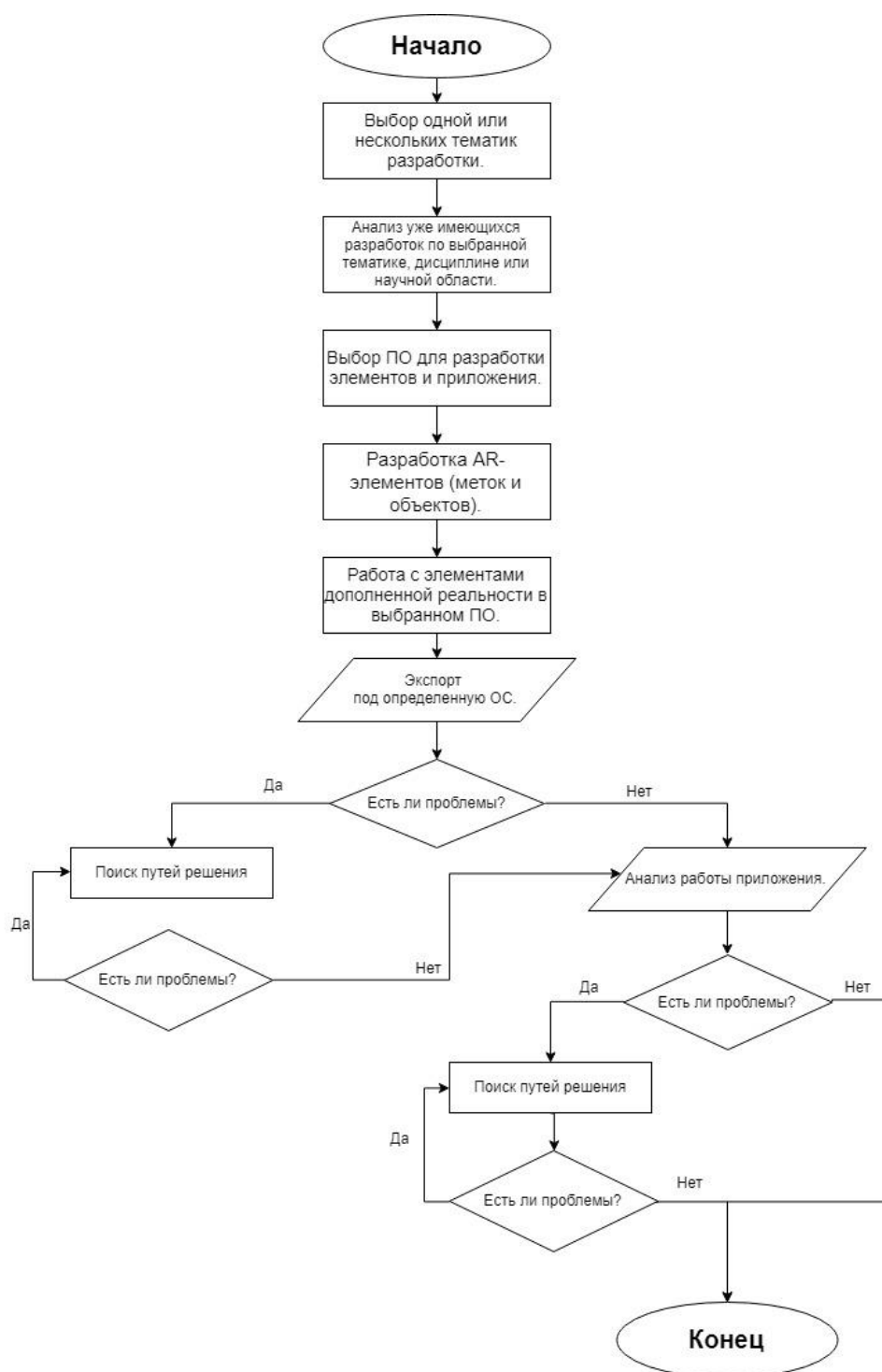
### **2.1. Создание виртуальных объектов и реализация технологии дополненной реальности**

#### *Разработка элементов дополненной реальности в Unity*

В начале исследования нами был разработан план действий по реализации поставленной цели. Алгоритм разработки приложения с элементами дополненной реальности заключается в следующем:

1. Выбор одной или нескольких тематик разработки.
2. Анализ уже имеющихся разработок (если такие существуют) по выбранной тематике, дисциплине или научной области.
3. Выбор программного обеспечения для разработки элементов и приложения.
4. Разработка элементов дополненной реальности (меток и объектов).
5. Работа с элементами дополненной реальности в выбранном программном обеспечении.
6. Экспорт приложения под определенную операционную систему.
  - а. в случае ошибок компиляции – поиск путей решения;
  - б. в случае отсутствия ошибок – установка приложения на целевом устройстве.
7. Анализ работы приложения.
  - а. в случае ошибок компиляции – поиск путей решения;
  - б. в случае отсутствия ошибок – установка приложения на целевом устройстве.

Алгоритм можно представить в виде схемы (рис. 4).



**Рисунок 4. Алгоритм разработки приложения с дополненной реальностью**

Для корректного функционирования любого приложения с использованием технологий дополненной реальности, как уже было сказано ранее, необходимы метки и привязанные к ним объекты.

Метки могут быть маркерные, безмаркерные и пространственные. В использовании пространственных меток для создания элементов дополненной

реальности для обучения информатике нет необходимости. На наш взгляд, маркерные метки смотрелись бы в методических материалах или учебниках не совсем корректно, поэтому были выбраны безмаркерные метки.

Хорошей, качественной меткой принято считать такое изображение, которое имеет большое количество опорных точек для распознавания их камерой, а также высокую контрастность цветовой гаммы.

Нами были определены следующие темы школьного курса информатики, для которых будут создаваться AR-элементы:

- алгоритмы сортировки, в частности – алгоритм сортировки пузырьком;
- устройство персонального компьютера, в частности – материнская плата персонального компьютера.





Следующим этапом является разработка меток. [3]

Vuforia позволяет создавать следующие виды меток (рис.5):

- Single Image – некоторое двумерное изображение, которое должно быть контрастным;
- Cuboid – позволяет отслеживать изображение, расположенное на объекте кубической формы;
- Cylinder – позволяет отслеживать изображение, расположенное на объекте цилиндрической формы, обычно используется для работы с такими предметами, как кружки, банки и т.д.;
- 3D Object – позволяет отслеживать некоторый физический, имеющийся в реальном пространстве объект.

**Add Target**

Type:



Single Image      Cuboid      Cylinder      3D Object

File:

.jpg or .png (max file 2mb)

Width:

Enter the width of your target in scene units. The size of the target should be on the same scale as your augmented virtual content. Vuforia uses meters as the default unit scale. The target's height will be calculated when you upload your image.

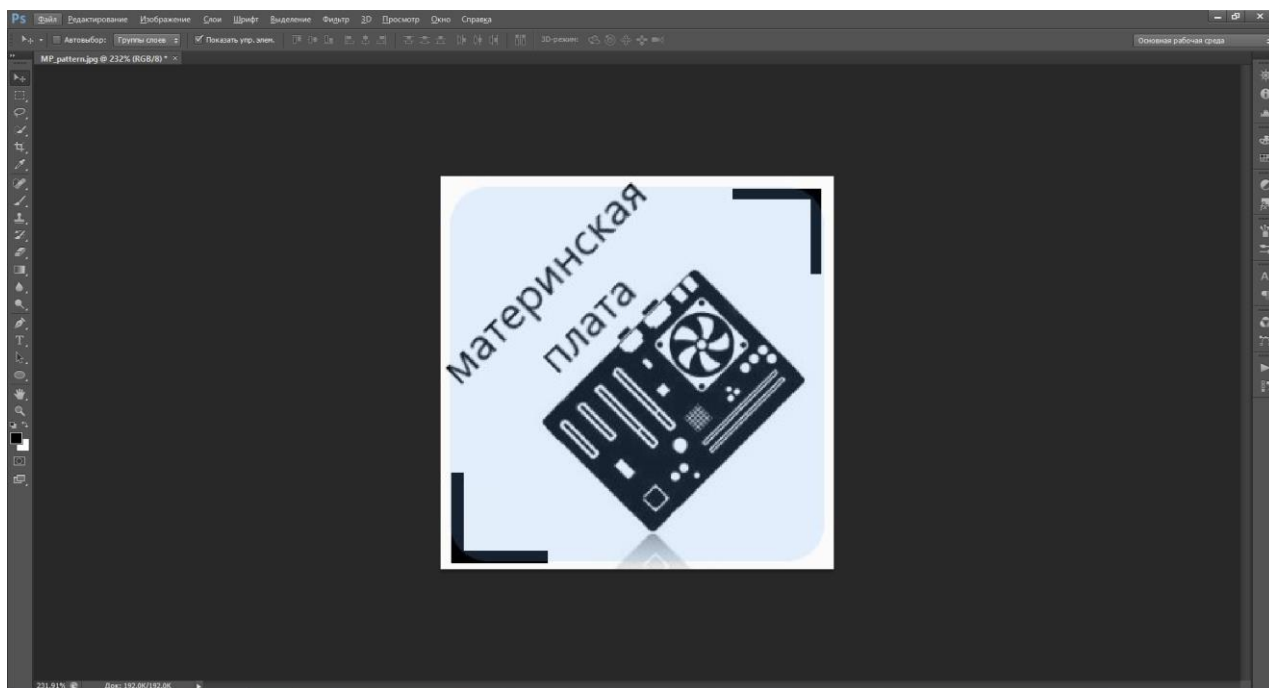
Name:

Name must be unique to a database. When a target is detected in your application, this will be reported in the API.

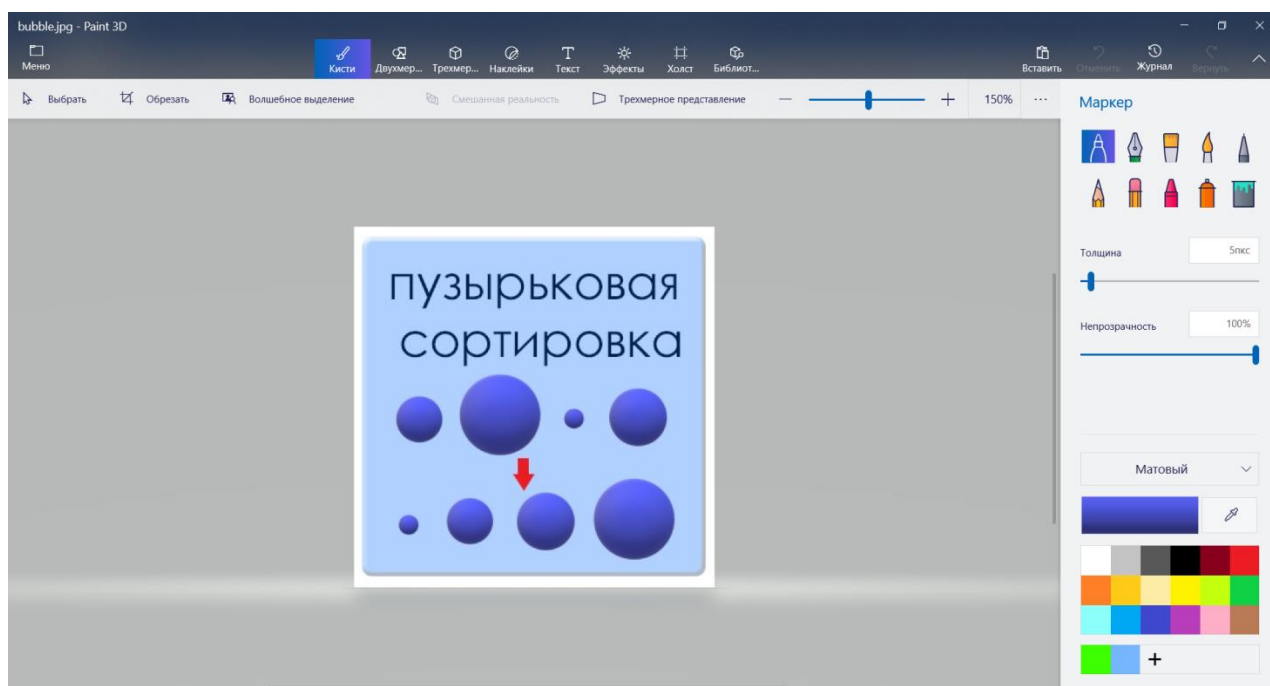
**Рисунок 5. Создание метки Vuforia**

Целесообразно использовать первый вид меток, так как их легче всего напечатать в содержании учебно-методических материалов к уроку. Более того, если учащийся самостоятельно изучает дома дисциплину или определенную тему, ему не нужно будет даже печатать метку, достаточно просто навести веб-камеру, камеру смартфона или планшета на нее.

Изображение, которое будет использоваться в качестве метки, можно создать с помощью любого удобного приложения для создания/редактирования изображений. Нами использовались графические редакторы Adobe Photoshop и Paint3D (рис. 6, 7). Данное программное обеспечение предоставляет пользователю достаточно большое количество функциональных возможностей: создание различного фона и текстур, создание текста с использованием различных шрифтов, создание объектов с 3D-эффектом (например, круги, заливка которых визуальнo преобразует их в шары), самостоятельное рисование различных объектов и многое другое.



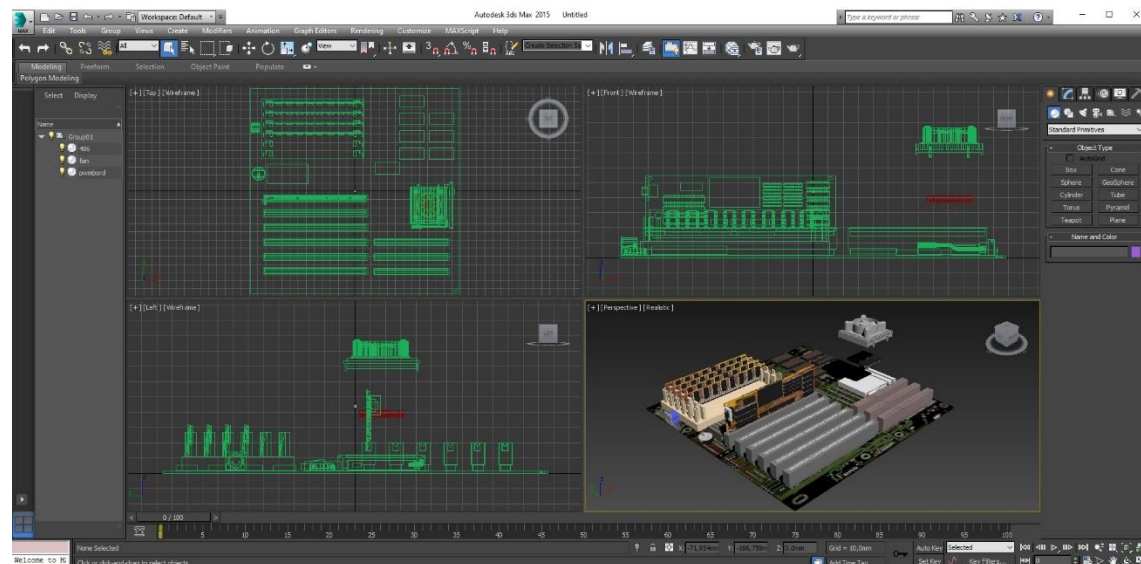
**Рисунок 6. Создание изображения для метки «Материнская плата» с помощью Adobe Photoshop (метка №1)**



**Рисунок 7. Создание изображения для метки «Пузырьковая сортировка» с помощью Paint 3D (метка №2)**

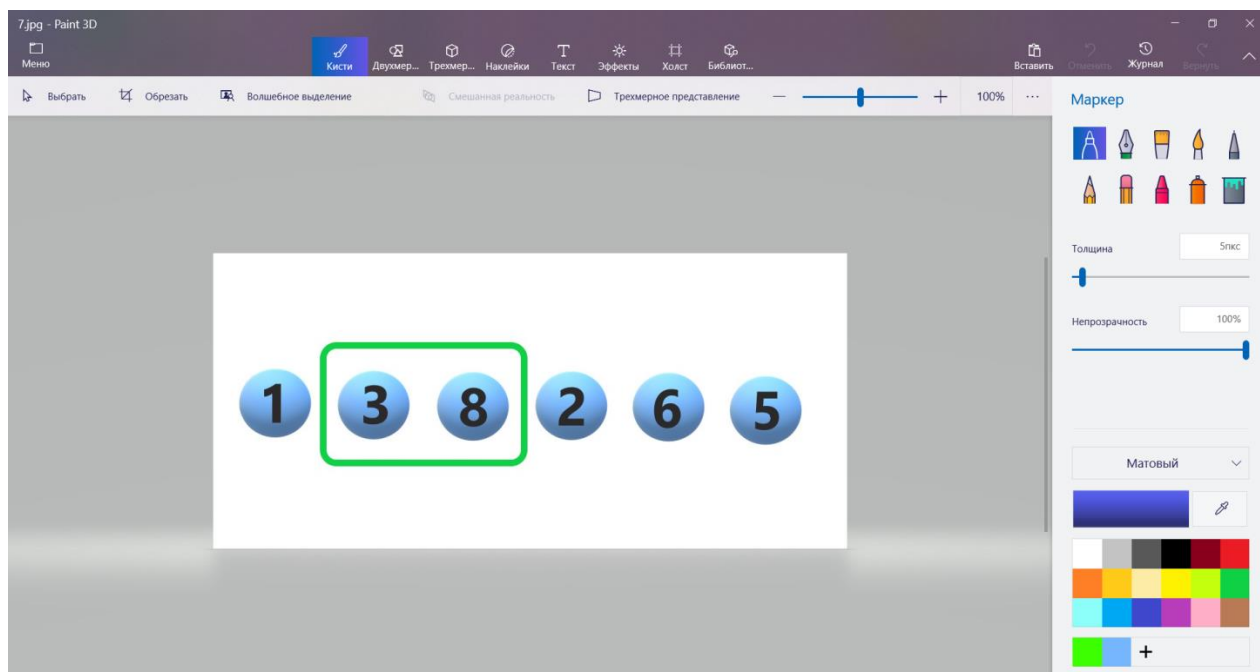
Далее необходимо создать графические объекты (модели, рисунки, схемы), которые будут отображаться при наведении на метки.

Для отображения на метке №1 был разработан 3D-объект материнской платы. Он был создан в программе 3ds Max, опираясь на реальное изображение материнской платы персонального компьютера (рис.8).



**Рисунок 8. Создание модели материнской платы с помощью 3ds Max**

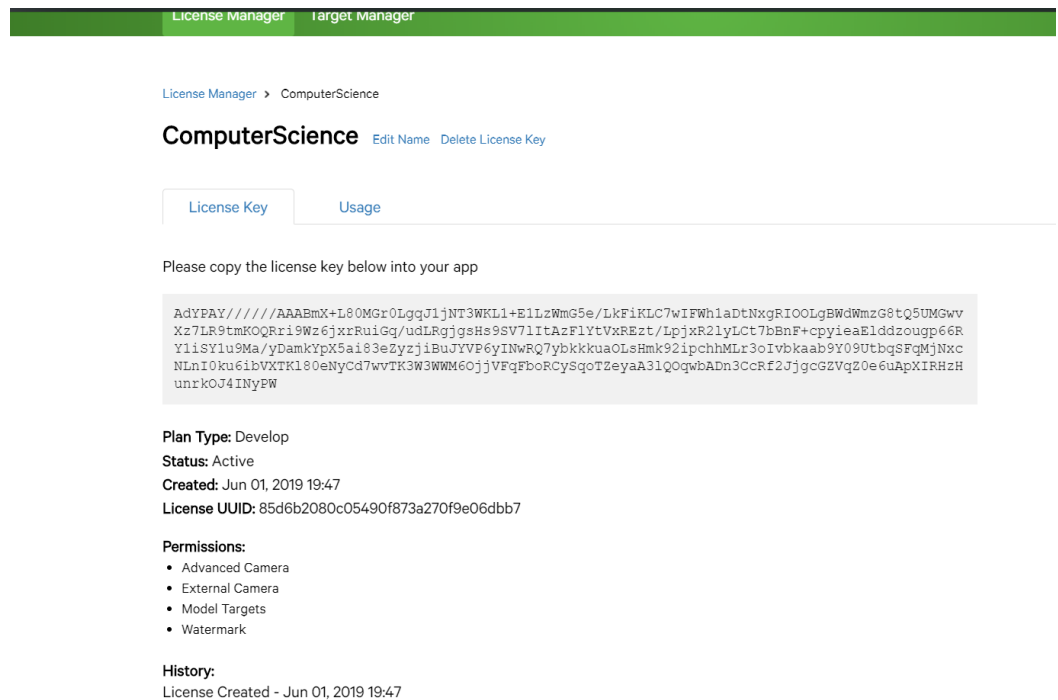
Для отображения на метке №2 было создано видеофайл, так как Unity не поддерживает формат gif. Для начала мы создали некоторый случайный неупорядоченный одномерный массив из 6 элементов, и, постепенно, изменяя изображения с помощью редактора Paint 3D, отсортировала данный массив. Далее получившиеся последовательные изображения были сконвертированы в формат gif, а уже из этого формата – в видеоформат mp4 (рис. 9). В более ранних версиях Unity данный формат видео не подошел бы без установки специального программного обеспечения, однако версия, вышедшая в 2019 году, уже поддерживает данный формат самостоятельно. Видеофайл рекомендуется просмотреть непосредственно в Unity после его импорта, если он корректно проигрывается – его настройки могут быть оставлены по умолчанию. В нашем случае, несмотря на корректировку скорости mp4 до импорта в Unity, потребовалась дополнительная корректировка скорости непосредственно в настройках компонента Video Player. Это было сделано в целях улучшения понимания воспроизводимого видеофайла.



**Рисунок 9. Один из этапов создания неупорядоченного одинарного массива с помощью Paint 3D**

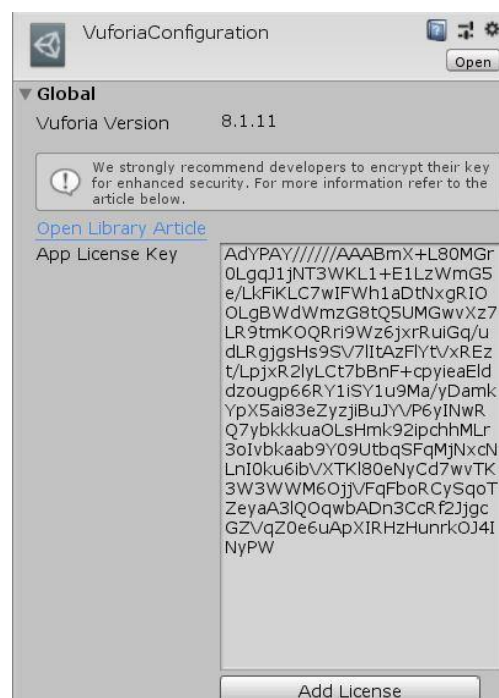
Таким образом, элементы для разработки готовы. Осталось грамотно «собрать» их в один проект.

Первое, что необходимо сделать – получить лицензионный ключ для приложения, которое будет разработано. Для этого нужно зайти в соответствующий раздел на портале разработчиков Vuforia (рис. 10). Данная процедура бесплатна и требуется для того, чтобы синхронизировать данные Unity и портала разработчиков, в учетной записи которого хранится база данных меток.



**Рисунок 10. Создание лицензионного ключа Vuforia**

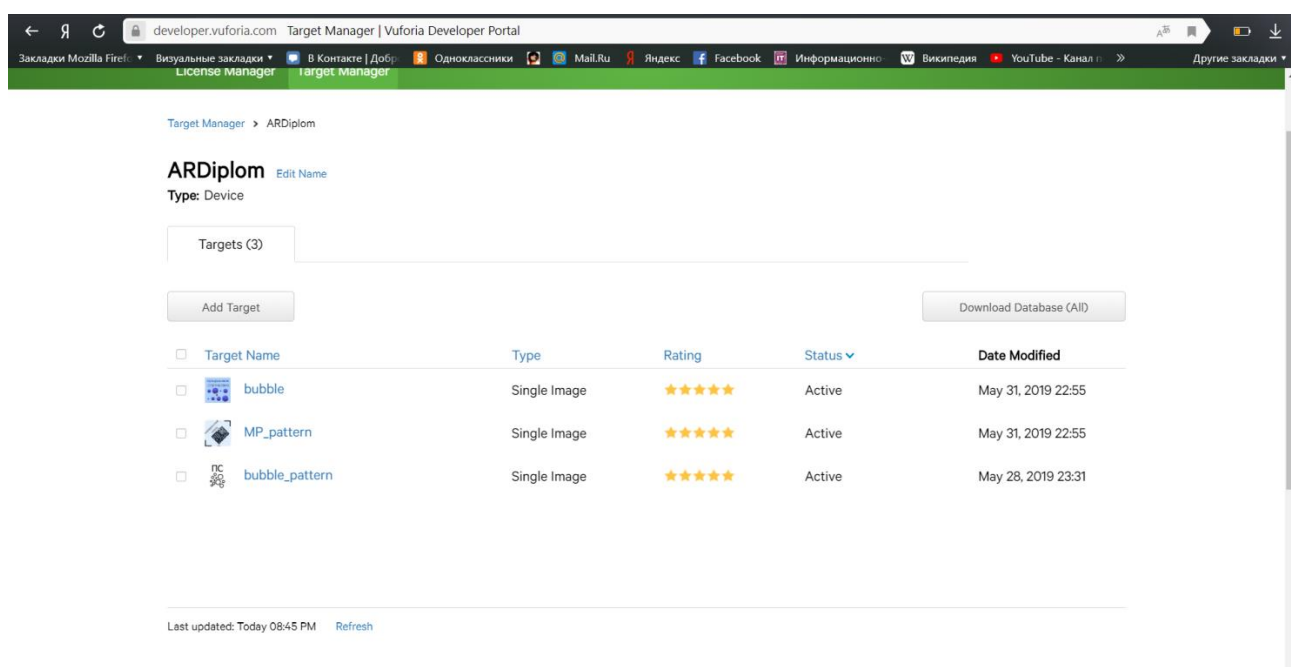
Также необходимо заменить объект Main Camera в Unity на AR Camera. [3] Имеющийся по умолчанию объект (Main Camera) не позволит отслеживать метки, соответственно, элементы дополненной реальности работать не будут. В настройках камеры Vuforia Configuration необходимо вставить в соответствующее поле ключ, полученный ранее (рис. 11).



**Рисунок 11. Настройка Vuforia Configuration**



На портале разработчиков Vuforia необходимо создать базу данных меток, загрузив в нее все изображения, которые планируется в дальнейшем использовать как метки (маркеры). Примечательно, что система оценивания меток Vuforia показывает, насколько хорошо загруженное разработчиком изображение будет распознаваться камерой. Для этого напротив каждого маркера можно наблюдать 5 звезд (рис. 12). Если все звезды желтого цвета, значит метка является качественной и распознаваться будет без различных проблем. Получившуюся базу данных нужно скачать и перенести в папку Assets в Unity, либо просто кликнув на нее 2 раза. В таком случае база данных автоматически будет инсталлирована в разрабатываемый проект.



**Рисунок 12. База данных меток на портале Vuforia**

В этой же папке необходимо создать новую папку, в которой будут храниться объекты, которые планируется привязать к меткам. Ее название может быть различным, например, у нас, это папка «img», так как других папок с похожим названием в данной директории точно не существует.

Сцена — область, которая содержит все объекты разрабатываемого приложения или игры. Различные сцены могут быть использованы для создания главного меню, отдельных уровней и для других целей. Например, в

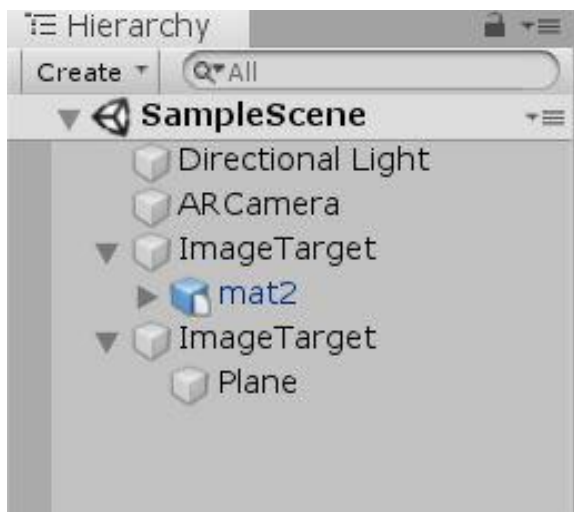
игре каждый файл сцены может являться отдельным игровым уровнем. В каждой сцене можно разместить объекты окружения, объекты, которые будут выполнять какие-либо действия и другое. В данном случае сцена будет использована для размещения на ней меток и соответствующих им объектов.

Таким образом, на данный момент на сцене (Sample Scene) присутствуют только такие объекты, как AR Camera и Directional Light. Последний объект – имитация освещения, если разместить на сцене еще какой-либо объект, и немного изменять Directional Light несколько раз, станет заметно, как это влияет на восприятие объекта камерой. При разработке элементов дополненной реальности особой роли Directional Light не играет, его можно убрать или оставить, в зависимости от того, как удобно разработчику.

Далее необходимо добавить метки, созданные ранее. Для этого на сцену добавляются 2 объекта Image Target. Их можно найти, если кликнуть правой кнопкой мыши на поле со списком объектов и в выпадающем списке среди объектов Vuforia выбрать Image.

Изначально эти изображения показаны на сцене как пустые белые квадраты. У них можно изменить размер или местоположение. Если база данных меток установлена корректно, то в правой части интерфейса Unity у каждой метки (Image Target) есть возможность изменения изображения, которое будет на ней отображаться, и которое в дальнейшем будет распознавать камера.

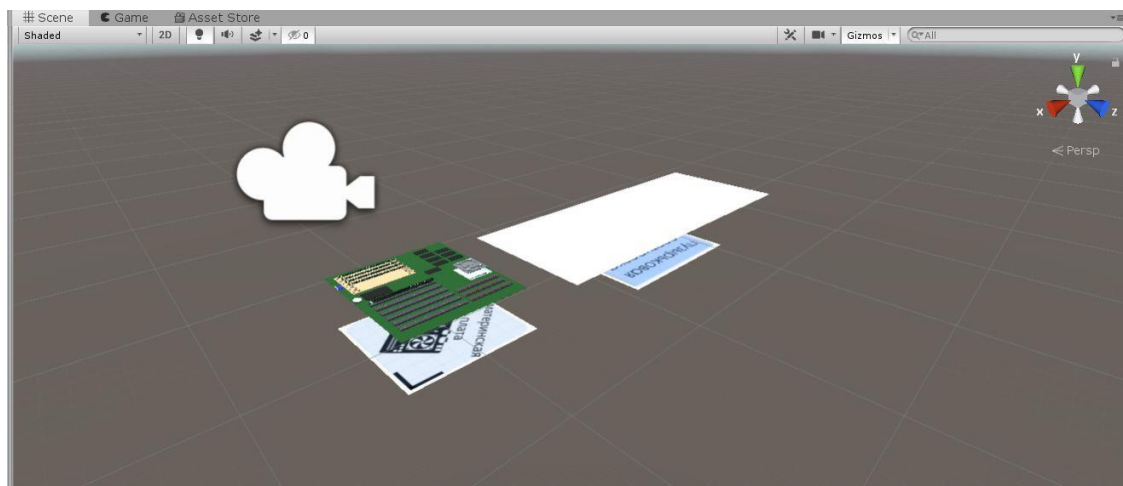
Далее необходимо добавить объекты, которые будут отображаться на определенных метках.



**Рисунок 13. Присвоенные меткам объекты**

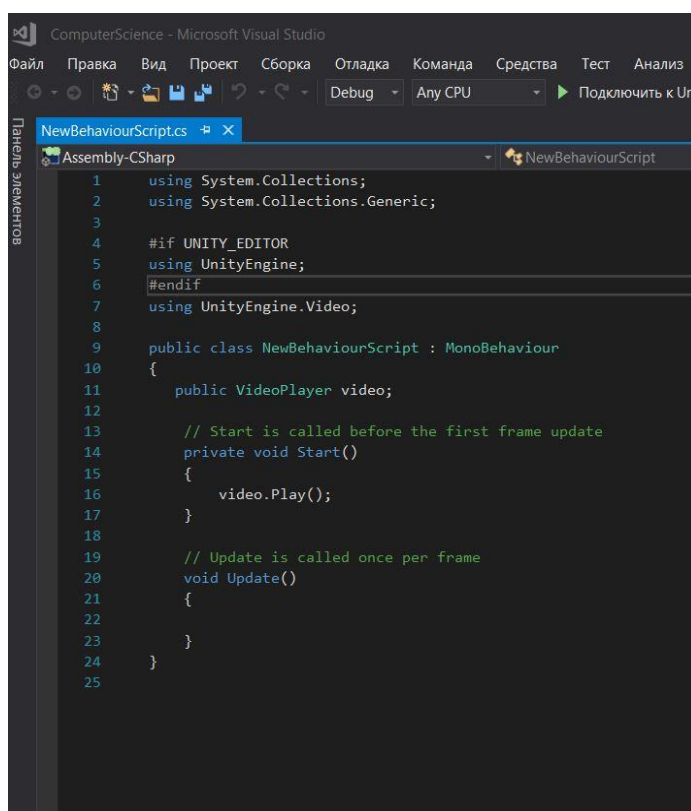
Unity предоставляет возможность размещать 3D-объект самостоятельно. Для того, чтобы разместить видеофайл, появляется необходимость использовать дополнительный объект: Video Player (Movie Texture в более ранних версиях Unity) или Plane, например. При разработке мы использовали последний, и уже на него был наложен объект Video Player, необходимый для воспроизведения видео. Объект Plane также находится среди объектов Vuforia. [36] Как и все другие объекты, его можно изменять в размерах, а также менять его местоположение.

Для этого необходимо зайти в папку (непосредственно в интерфейсе Unity), в которой были ранее размещены 3D-объект и видеофайл. Для того, чтобы программа корректно размещала объекты на необходимых маркерах, достаточно с помощью Drag-n-Drop «перетянуть» определенный объект на определенный маркер в левом поле интерфейса Unity, в котором списком отображены все объекты, расположенные на данный момент на сцене (рис. 13).



**Рисунок 14. Присвоенные меткам объекты на сцене**

Объекты размещены (рис. 14). 3D-объект, в данном случае, анимации не требует, а видеофайл требует написания небольшого скрипта, позволяющего его запустить и повторять после окончания (рис. 15). Если скрипт не будет создан, видео не запустится, будет отображаться на метке как обычное изображение, и, скорее всего, не завершится даже компиляция при попытке экспорта для какой-либо платформы.



**Рисунок 15. Скрипт для запуска видеофайла на метке**

Разработанные элементы дополненной реальности работают корректно, это можно проверить, запустив проект с помощью кнопки запуска, которая расположена над сценой.

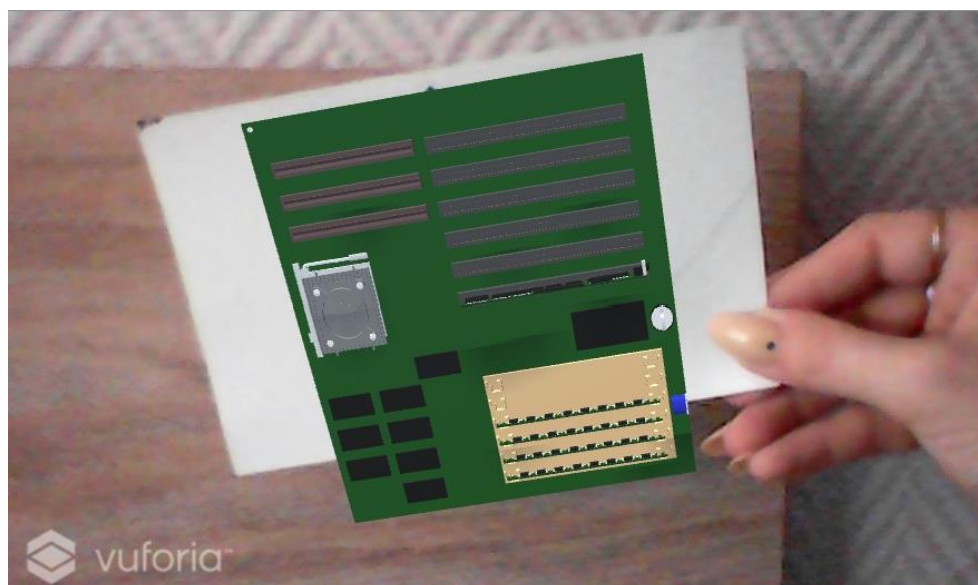
Если все работает корректно, можно попробовать экспортировать получившийся проект для какой-либо платформы. Это может быть приложение на Linux, Windows, MacOS, для Android или iOS.

Также потребуется дополнительная инсталляция JDK (Java Development Kit) и Android SDK (Software Development Kit), без которых приложение на устройство на платформе Android создать не получится.

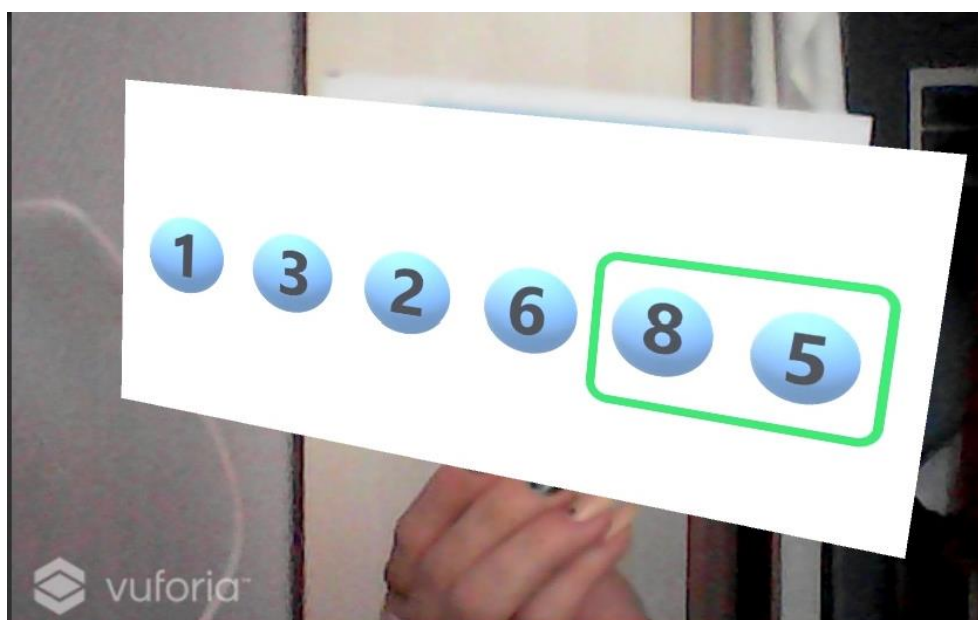
Если устанавливать Android SDK при помощи SDK менеджер, а JDK – с официального сайта, то проблем при установке не возникнет. Инсталлятор сам предложит пользователю или разработчику, какие элементы требуют установки, в каком порядке ее производить.

Если все настроено корректно, то при нажатии кнопки «Build», которая находится по адресу File -> Build Settings, разработанный проект сгенерируется в apk-файл, который для установки на любое устройство Android. Примечательно, что если смартфон или планшет при компиляции проекта подключены к компьютеру по USB, то приложение на них установится автоматически.

После установки приложения на устройстве с операционной системой Android оно запускается без ошибок. При наведении камеры на метки отображаются необходимые объекты (рис. 16, 17). Элементы дополненной реальности разработаны верно.



**Рисунок 16. Материнская плата как объект дополненной реальности на метке**



**Рисунок 17. Пузырьковая сортировка как объект дополненной реальности на метке**

Дополнительно с помощью графического редактора Adobe Photoshop был разработан логотип для получившегося приложения. По умолчанию в Unity изображение логотипа отсутствует, однако это может быть любое импортированное так же, как метки и объекты, изображение. В нашем случае логотип приложения разработан в минималистичном стиле, а буквы «CS» отражают название приложения – «Computer Science», что в переводе с

английского означает «Информатика» (рис. 18). Логотип отображается только на смартфоне или планшете у арк-файла и уже установленного приложения.



**Рисунок 18. Логотип разработанного приложения**

*Экспорт приложения под Android и проблемы, возникшие при компиляции*

Для корректного экспорта проекта, разработанного в Unity, не достаточно будет наличия только данной программы на ПК. В случае, если пользователь ранее не занимался разработкой игр или приложений на Android, ему необходимо будет установить JDK (Java Development Kit) и Android SDK (Software Development Kit), без которых приложение на устройство на платформе Android создать не получится. Одна из частых проблем, с которой сталкиваются начинающие разработчики – некорректно работающая версия данных утилит. Это может выражаться в ошибке при компиляции приложения, либо в некорректной работе приложения на устройстве. Решением проблемы в данном случае может оказаться обновление версий. Также необходимо проверить, соответствуют ли установленные Android SDK.

Первой ошибкой, которая возникла при компиляции приложения, стала общая ошибка Unity. При различных попытках компиляции (с различными настройками), в консоли программы было указано то, что неверно составлены скрипты, то, что компиляция прервана через определенный промежуток времени. Понять, почему проект не экспортируется в арк-файл, необходимый для Android удалось только при внимательном изучении пути к файлу, также Unity сообщила об этом, но не сразу, и сообщала не при каждой компиляции. В

результате, дело оказалось в том, что в пути к файлу содержалась папка с таким названием, которое не соответствовало кодировке ASCII.

Вторая проблема возникла при запуске приложения непосредственно на смартфоне. После появления логотипа Unity оно «вылетало», сообщая об ошибке. Внимательно изучив отчет о данной ошибке, выдаваемый самим смартфоном, было выявлено, что проблема заключается в недостаточном количестве свободной памяти и настройках графики в Unity. Проблема была решена, когда освободилось некоторое количество памяти и немного изменены настройки графики в самом проекте.

Еще одна проблема, возникшая при запуске приложения на смартфоне, – черный экран после появления логотипа Unity. Никакой ошибки приложение не выдавало, но камера не запускалась. Данная проблема достаточно распространена, как было выяснено после изучения различных форумов и статей разработчиков. Заключается ошибка в неверных настройках графики или камеры. С настройками камеры все было в порядке, поэтому я немного изменила настройки графики, после чего приложение запустилось и работало корректно.

Все вышеописанные проблемы не препятствуют корректному тестированию получившегося проекта непосредственно в самой Unity. Судя по количеству созданных тем на форумах разработчиков с аналогичными проблемами, они достаточно распространены и не всегда решаются так, как описано выше.

Таким образом, для того, чтобы разработанный в Unity проект корректно экспортировался в арк-файл, необходимо внимательно проверить все настройки проекта, в частности, Player Settings. По желанию разработчика у приложения может быть оформлен логотип.



## **2.2. Методические рекомендации по разработке элементов дополненной реальности для обучения**

Проанализировав различную научную литературу, а также разработав некоторые элементы дополненной реальности, представляется возможным дать некоторые методические рекомендации по использованию разработанных элементов в курсе информатики средней и старшей школы, а также использованию любых элементов дополненной реальности в данном курсе информатики.

Первое, что необходимо сделать при разработке элементов дополненной реальности, – определиться с темами, которые будут представлены с помощью данной технологии. Выбор темы, раздела или объекта должен быть обоснован невозможностью по той или иной причине (отсутствие средств или возможностей, отсутствие необходимого оборудования и др.) заменить технологию дополненной реальности ничем другим в полной мере. Например, если в образовательной организации нет 3D-принтера, плоттера, отдельных частей компьютера, можно сделать их 3D-объекты и разработать какие-либо элементы дополненной реальности. Разработанное приложение позволит обучающемуся наглядно представлять объекты не только в учебном заведении на занятии, но и дома, например, при выполнении домашней работы.

Для того, чтобы реализация поставленной цели – разработки элементов дополненной реальности по определенной научной области – была выполнена быстрее и качественнее, рекомендуется проанализировать уже имеющиеся разработки в данной области. В информатике, например, таких разработок достаточно мало, в основном, это научные статьи, разработки для региональных конкурсов и т.д. [29]

Далее необходимо определиться, какое программное обеспечение послужит платформой для разработки элементов дополненной реальности. Рассмотренная в данной работе Vuforia, поддерживаемая Unity, – всего лишь одна из многих средств разработки. Для того, чтобы определиться, какое

программное обеспечение подойдет преподавателю, как разработчику, необходимо выявить цели использования конечного продукта. Например, если преподаватель планирует присутствие в курсе информатики (возможно, в качестве элективных курсов) наличие каких-либо лабораторных и практических работ, в рамках которых учащиеся самостоятельно должны будут разработать некоторые элементы дополненной реальности, то программное обеспечение должно быть надежным (не иметь большое количество случайных системных ошибок), иметь интуитивно понятный интерфейс. К таким программам можно отнести, например, «Ev ToolBox». Основной минус ее заключается в том, что у разработчика, использующего бесплатную версию программы, нет возможности экспортировать получившийся проект в ark-файл или другой файл, который можно бы было открыть как приложение на компьютере, смартфоне или планшете. Поэтому, если преподаватель планирует исключительно использование конечного продукта (получившихся элементов дополненной реальности), то ему следует выбирать программное обеспечение, позволяющее совершить экспорт. Для этой цели отлично подходит Unity с различными платформами (Vuforia в том числе).

Так как дополненная реальность является достаточно новой и далеко не широко распространенной технологией в качестве метода обучения в средней и старшей школе, появляется необходимость со стороны преподавателя дать некоторые инструкции по использованию разработанного приложения. Метки, используемые в приложении необходимо распечатать или предоставить для доступа на все персональные компьютеры, имеющиеся в кабинете и используемые во время урока. Безусловно, распечатка меток будет более рациональным способом их предоставления для аудитории, так как лист бумаги или картона, в отличие от экрана монитора, можно изменять в положении перед камерой, меняя перспективу, например.

3D-объекты или другие объекты, привязанные к меткам в разработанном приложении, должны быть доступны и понятны для каждого. Если они понятны с трудом, их применение не имеет смысла.

Разработанные элементы дополненной реальности не требуют изменения учебного плана или структуры и содержания учебных материалов. Они могут быть применены непосредственно в ходе изучения аналогичных тем, рассмотренных в разработанном приложении. Единственной необходимостью здесь является предоставление аудитории распечатанных или электронных маркеров.

### **2.3. Апробация продуктов разработки и анализ результатов**

Апробация разработанных элементов дополненной реальности была проведена методом анкетирования. В качестве участников выступили студенты группы, а также учащиеся старших классов МБОУ «СШ №15 им. Н.В. Рождественского» города Глазова Удмуртской Республики (общее количество респондентов – 30 человек). Анкета включала в себя 11 вопросов:

1. Используете ли Вы смартфон в образовательных целях?
2. Знаете ли Вы, что означает термин «дополненная реальность»?
3. Использовали ли Вы приложения с дополненной реальностью?
4. С какой целью Вы использовали приложения с дополненной реальностью? Использовали ли Вы их в образовательных целях?
5. По Вашему мнению, может ли использование технологии дополненной реальности в образовательном процессе способствовать повышению качества обучения?
6. Возникли ли у Вас затруднения при использовании разработанных элементов дополненной реальности в рамках приложения «Computer Science»?
7. На Ваш взгляд, способствуют ли разработанные элементы дополненной реальности повышению наглядности учебного материала?

8. По Вашему мнению, возможно ли разработать элементы дополненной реальности опираясь на приведенный пример?
9. Как Вы считаете, перспективно ли использование AR-технологий в обучении?
10. По Вашему мнению, может ли использование технологии дополненной реальности в образовательном процессе способствовать повышению мотивации к обучению?
11. Были ли понятны методические рекомендации к разработанному приложению?

Анализ результатов апробации показал, что владельцами смартфонов являются все опрошенные, однако используется он в различных целях: для звонков, сети Интернет, прочего. В учебных целях его используют 50% респондентов.

Термин «дополненная реальность» знаком в той или иной мере почти каждому опрошенному. Только 1 человек из 30 (3% от общего числа респондентов) ответил, что не знаком с данным термином вообще, но причиной такому ответу послужила, скорее всего, невнимательность или неправильная трактовка понятия. 43% знают точно, что означает термин «дополненная реальность» и принципы работы данной технологии, 47% знают данный термин, однако немного затрудняются в объяснении принципов реализации технологии.

Большинство опрошенных (67%) использовали приложения с дополненной реальностью.

Опрос показал, что подавляющее большинство – 80% – используют дополненную реальность в повседневной жизни для развлечения. Примечательно, что среди респондентов оказался человек, который использует технологии AR для создания медиа. В образовательных целях приложения с дополненной реальностью использовали 36% опрошенных.

При ответе на вопрос, могли бы технологии дополненной реальности повысить качество образовательного процесса, 90% опрошенных ответило на данный вопрос положительно. Только 10% участников анкетирования затруднились ответить на данный вопрос, однако категоричного ответа «нет» не сделал никто.

У большинства респондентов (86%) не возникло затруднений при использовании приложения с элементами дополненной реальности, однако были трудности в самом начале использования приложения. Эти трудности разрешились посредством более внимательного чтения инструкций к установке и использованию приложения.

Почти все опрошенные – 90% – сошлись во мнении, что разработанные элементы дополненной реальности могли бы повысить наглядность учебного материала и его понимание. Остальные также не дали категоричного ответа «нет» на данный вопрос.

На вопрос о том, возможно ли разработать элементы дополненной реальности опираясь на приведенный пример, мнения разделились: 55% опрошенных ответили утвердительно и 24% – затруднились ответить (как оказалось – потому, что они не знают, как ответить на данный вопрос, так как не пробовали разрабатывать похожие приложения вообще). Они также уточнили, что им было сложно найти решения данных проблем. Отметим, что среди участников анкетирования были 17%, способных разработать похожее приложение без использования подробных инструкций. Всего 1 человек ответил, что для него разработка любых элементов дополненной реальности, даже с использованием инструкции, является слишком сложной задачей.

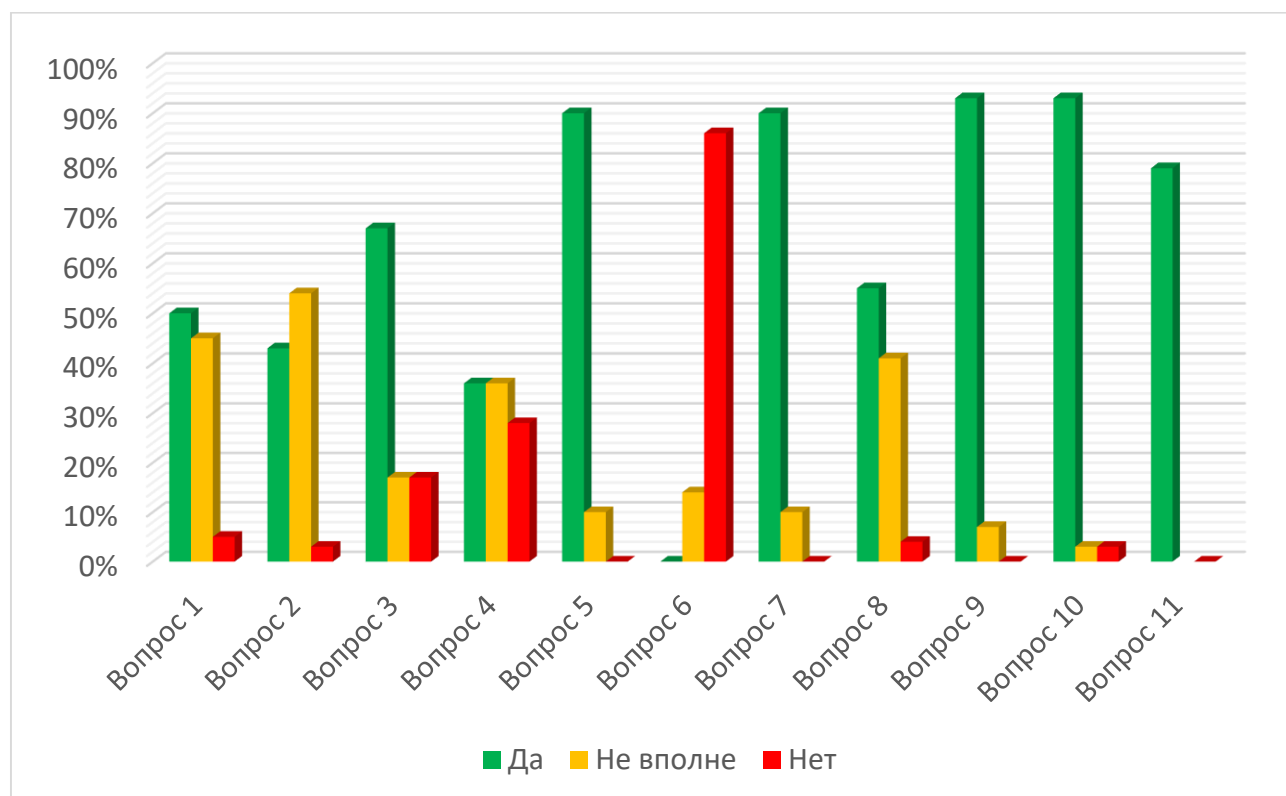
Для 93% опрошенных технология дополненной реальности является перспективной в сфере образования.

Так же 93% респондентов выразили мнение, что использование технологий дополненной реальности способствует повышению интереса обучающихся к учебной деятельности.

Последним вопросом к участникам анкетирования был вопрос о доступности изложения методических рекомендаций по разработке приложения. Созданные методические рекомендации были в основном понятны 100% опрошенных, из них 79% – полностью поняли все методические рекомендации и инструкции к разработке элементов дополненной реальности, остальным же оказалось ясно все, за исключением некоторых отдельных пунктов.

В целом, результаты апробации показали положительный настрой участников на использование элементов дополненной реальности в обучении школьников информатике и достаточно высокий потенциал AR-технологии в дидактико-методическом и технологическом аспектах.

Результаты анкетирования также можно представить в виде диаграммы (рис. 19). Подробный анализ результатов апробации приведен в приложении 2.



**Рисунок 19. Результаты анкетирования**

## **Заключение**

Выдвинутая в начале исследования гипотеза подтвердилась: использование элементов дополненной реальности в обучении способствует повышению мотивации к применению гаджетов для решения учебных задач, интереса к учебному процессу благодаря наглядности и новизне технологии (а значит, и лучшему пониманию учебного материала).

Цель исследования – разработать приложение дополненной реальности для обучения информатике в средней школе – достигнута. Все поставленные задачи в ходе исследования были решены. В результате исследования разработано приложение с использованием технологии дополненной реальности, виртуальные объекты для обучения информатике.

Анализ практического опыта использования дополненной реальности в обучении, показал, насколько новой для образования является AR-технология, что подтвердило актуальность исследования.

Анализ литературы и Интернет-источников в области разработки технологий дополненной реальности, а также анализ особенностей использования дополненной реальности для обучения, произведенные в ходе выполнения выпускной квалификационной работы, позволили выявить темы, требующие дополнительной визуализации при изучении информатики.

Анализ средств и подходов к разработке технологии дополненной реальности позволил выбрать необходимое программное обеспечение для разработки AR-приложения.

В ходе исследования были разработаны методические рекомендации по использованию AR-приложений в процессе обучения. Элементы дополненной реальности, разработанные в процессе исследования, могут быть использованы в обучении непосредственно на уроках информатики, а также на их основе могут быть разработаны подобные элементы для других дисциплин.

В результате апробации было выявлено, что подавляющее большинство респондентов считают, что применение технологии дополненной реальности

помогло бы повысить интерес обучающихся к предмету, так как имеет место наглядность и новизна использования данной технологии. Широкая популярность гаджетов среди учащихся средней и старшей школы способствует повышению интереса к использованию их в учебном процессе. Размещение виртуальных объектов в конкретной среде, в которой они изначально отсутствуют, позволяет смоделировать необычные образовательные практики.



### Библиографический список

1. 3D-книга с оживающей реальностью "Лес" // Магазин подарков "Экспедиция" URL: <http://e-xpedition.ru/podarki/3d-kniga-s-ozhivayushhej-realnostyu-les/> (дата обращения: 01.05.2019).
2. Amazing Space Journey. 3D Augmented Reality. URL: <http://amazingspacejourney.com/> (дата обращения 11.04.2019)
3. AR в Unity // База знаний "Юниум" URL: [http://learn.unium.ru/computercourses\\_gamesbonus\\_3/](http://learn.unium.ru/computercourses_gamesbonus_3/) (дата обращения: 15.05.2019).
4. ARToolKit URL: <https://github.com/artoolkit> (дата обращения 11.04.2019)
5. Aug That: Classroom Engagement through Augmented Reality. URL: <https://itunes.apple.com/ru/> (дата обращения 16.04.2019)
6. Azuma R. T. A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. August, 1997. No. 6(4). PP. 355-385. Режим доступа: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>.
7. Blippbuilder. URL: <https://www.blippar.com/build-ar> (дата обращения 11.04.2019)
8. Coimbra M.T., Mateus A. Augmented Reality: an Enhancer for Higher Education Students in Math's learning? *Procedia Computer Science*, Volume 136, 2018. pp. 5-15. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918315370> (дата обращения 15.04.2019)
9. EasyAR: Build your APP connecting the real world. URL: <https://www.easyar.com/view/download.html> (дата обращения 15.04.2019)
10. Herpich F., Guarese R., Tarouco L. A Comparative Analysis of Augmented Reality Frameworks Aimed at the Development of Educational Applications. *Creative Education*, 2017. 8. pp. 1433-1451. URL: [CE\\_2017072618041869.pdf](CE_2017072618041869.pdf) (дата обращения 11.04.2019)

11. HP Reveal: A new Extended Reality Platform. URL: <https://www.hpreveal.com/> (дата обращения 15.04.2019)
12. International Society for Presence Research. URL: <https://ispr.info/2016/08/02/a-new-age-of-vr-involving-all-five-senses/> (дата обращения 15.04.2019)
13. Metaverse. The #1 Augmented Reality Platform. URL: <https://studio.gometa.io/landing> (дата обращения 11.04.2019)
14. Rolf R. Hainich The End of Hardware, 3rd Edition: Augmented Reality and Beyond. BookSurge publishing, 2009. - 416 p.
15. Shirazi A., Behzadan A. Design and Assessment of a Mobile Augmented Reality-Based Information Delivery Tool for Construction and Civil Engineering Curriculum. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. 2014. 141(3). URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/100a/b895378f9c6279502fa91755a3f7be34386d.pdf> (дата обращения 11.04.2019)
16. Unity URL: <https://unity.com/ru> (дата обращения: 15.05.2019).
17. Vuforia Engine: developer portal. URL: <https://developer.vuforia.com/> (дата обращения 11.04.2019)
18. Wikitude SDK: Endless AR Possibilities. URL: <https://www.wikitude.com/> (дата обращения 15.04.2019)
19. ZSpace: Learning Through AR / VR Experiences. URL: <https://zspace.com/> (дата обращения 11.04.2019)
20. Авксентьева Е.Ю., Хорошавин А.А. Технология дополненной реальности и перспективы совместного использования дополненной реальности и методик игрофикации // Современное образование: традиции и инновации. СПб.: ООО "НИЦ АРТ", 2018. С. 47-50. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35468998>
21. Арсентьев Д.А. Внедрение элементов дополненной реальности в учебно-методическую литературу / Д.А.Арсентьев // В сборнике: Университетская книга: традиции современность материалы научно-практической конференции. 2015. С.18-22.

22. Буженко Р.М. Зотин А.Г. Методика и проблемы создания дополненной реальности // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. Красноярск: 2011. С. 353.
23. Виштак М.Н., Дорожкин В.А. Средства разработки мобильных приложений дополненной реальности // Инновации в науке. 2015. № 46. С. 15-19. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23730336&>
24. Голографика: 8 лучших SDK дополненной реальности для iOS и Android в 2017 году. URL: <https://holographica.space/articles/8-best-ar-sdk-2017-9287> (дата обращения 11.04.2019)
25. Гриншкун А.В. Левченко И.В. Возможные подходы к созданию и использованию визуальных средств обучения информатике с помощью технологии дополненной реальности в основной школе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2017. №3. С. 267-272.
26. Зуев А.С. Технологии дополненной и виртуальной реальности // Вестник МГТУ МИРЭА. Москва: 2015. С. 143-150.
27. Калитин Д.В. Использование технологии дополненной реальности в САПР // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). М.: 2011. С. 345-350.
28. Кориенко Т.В., Меркушева О.А., Потапов А.А., Шмелькова Е.Ю. Организация образовательной деятельности школьников и дошкольников с использованием технологии дополненной реальности // Районный конкурс педагогических идей и проектов «образование для будущего». 2017. [http://school17vo.narod.ru/17new/other/education\\_for\\_future\\_2017\\_proekt.pdf](http://school17vo.narod.ru/17new/other/education_for_future_2017_proekt.pdf)
29. Лежебоков А.А., Кравченко Ю.А., Пащенко С.В., Особенности использования технологии дополненной реальности для поддержки образовательных процессов, Открытое образование. 2014 № 3 (104). С. 38–54.
30. Лозинская А.М., Лозинский А.Г. Дополненная реальность в процессе обучения // Реализация национальной образовательной инициативы

«Наша новая школа» в процессе обучения физике, информатике и математике: материалы межд. науч.-практ. конференции. Ч. 2. Екатеринбург, 2011.

31. Мытников А.Н., Мытникова Е.А., Кузнецова Л.Н., Солин С.Ю. Технологии разработки мобильных приложений // Теория и практика современной науки. 2016. № 4 (10). С. 504-507.

32. Новиков М.Ю. Использование технологий дополненной реальности при обучении информатике в школе // 2018. С. 260-269.

33. Полиненко С. Дополненная реальность в российской промышленности: бесполезна или необходима // VC.RU. 2018. <https://vc.ru/flood/32831-dopolnennaya-realnost-v-rossiyskoy-promyshlennosti-bespolezna-ili-neobhodima>

34. Пушкарев Г. Дополненная реальность (AR): перспективы и будущее технологии // Комсомольская правда. 2019. 01.2019. <https://www.kp.ru/putevoditel/tekhnologii/dopolnennaya-realnost/>

35. Ситников А. AR-жизнь: применение и перспективы дополненной реальности // Indium Lab. 2017. <https://dtf.ru/gamedev/7800-ar-zhizn-primenenie-i-perspektivy-dopolnennoy-realnosti>

36. Создание приложения на Unity с использованием дополненной реальности (SDK Vuforia) // GeekBrains URL: <https://geekbrains.ru/events/740> (дата обращения: 15.05.2019).

37. Черченко О. В. Технологии дополненной и виртуальной реальности в медицине: анализ конкурентного ландшафта // Экономика науки. М.: 2018. С. 69-80.

38. Юрьева Б.В. Виртуальная реальность в образовании, науке, инженерии: примеры применения и преимущества // Юрьева Б.В. Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции «Виртуальная и дополненная реальность-2016: состояние и перспективы», 28-29 апреля 2016 г. С. 366-386.

39. Яковлев Б.С., Пустов С.И. История, особенности и перспективы технологии дополненной реальности // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. № 3. 2013. С. 479-484. URL: (дата обращения 11.04.2019)

40. Яковлев Б.С., Пустов С.И. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. № 3. 2013. С. 484-492. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19112505> (дата обращения 11.04.2019)

Метки для использования разработанных элементов дополненной реальности



Рисунок 20. Метка для распознавания материнской платы



Рисунок 21. Метка для распознавания пузырьковой сортировки

## Результаты анкетирования респондентов

30 ответов

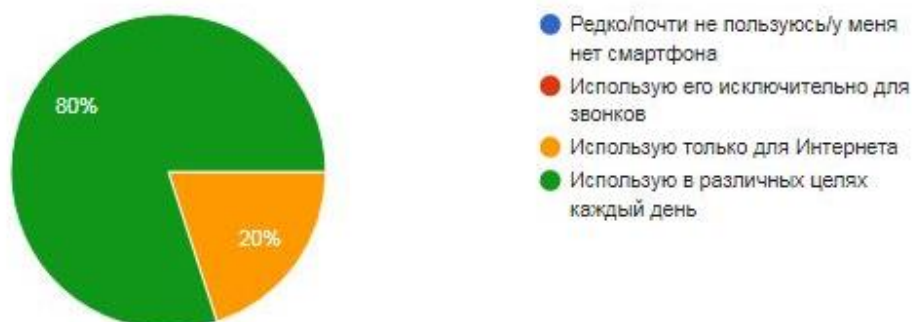


Рисунок 22. Вопрос №1: «Используете ли Вы смартфон в образовательных целях?»

30 ответов

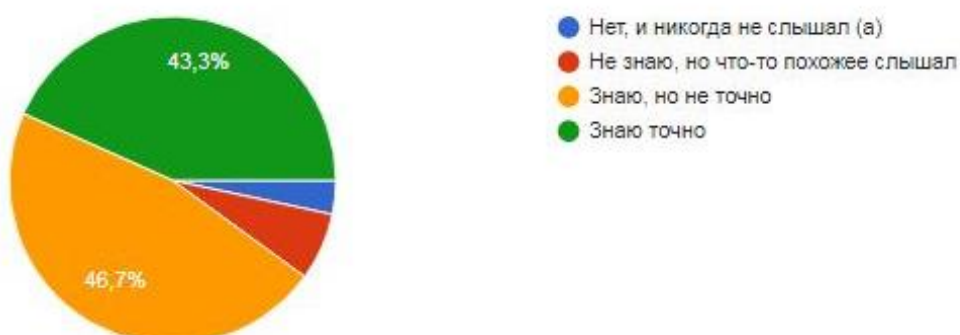


Рисунок 23. Вопрос №2: «Знаете ли Вы, что означает термин «дополненная реальность?»

30 ответов

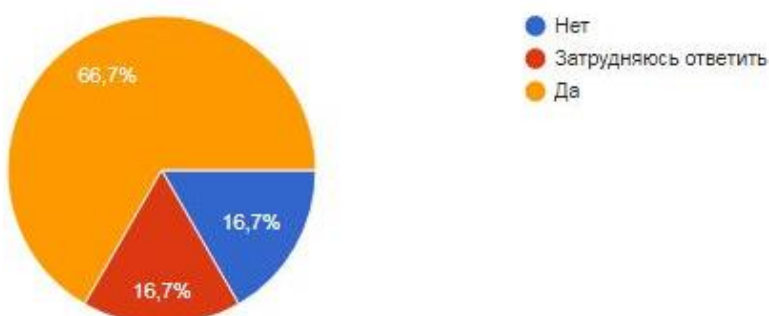
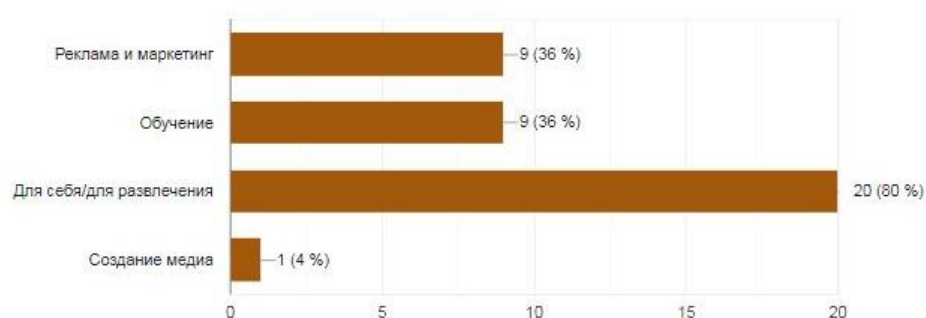


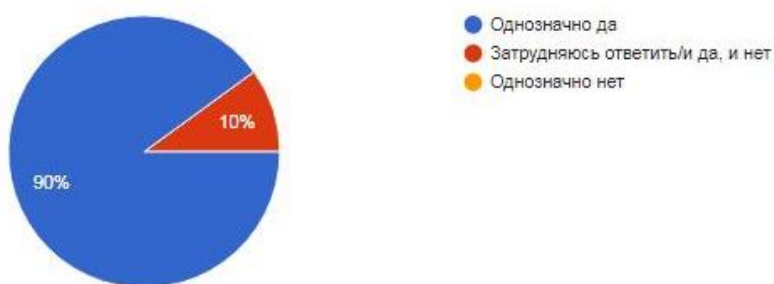
Рисунок 24. Вопрос №3: «Использовали ли Вы приложения с дополненной реальностью?»

25 ответов



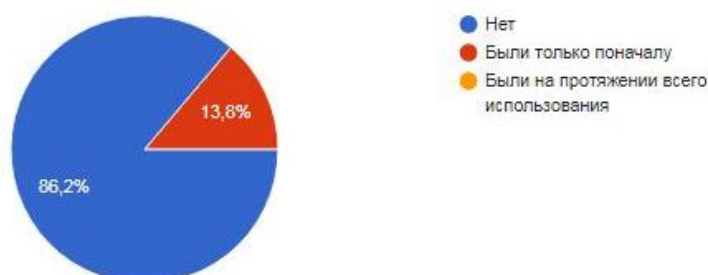
**Рисунок 25. Вопрос №4: «С какой целью Вы использовали приложения с дополненной реальностью? Использовали ли Вы их в образовательных целях?»**

30 ответов



**Рисунок 26. Вопрос №5: «По Вашему мнению, может ли использование технологий дополненной реальности в образовательном процессе способствовать повышению качества обучения?»**

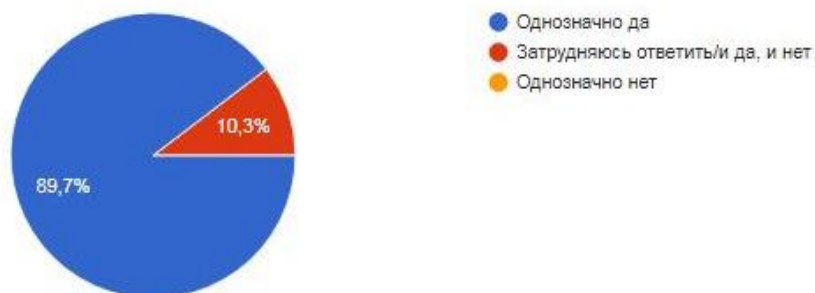
29 ответов



**Рисунок 27. Вопрос №6: «Возникли ли у Вас затруднения при использовании разработанных элементов дополненной реальности в рамках приложения «Computer Science»?»**

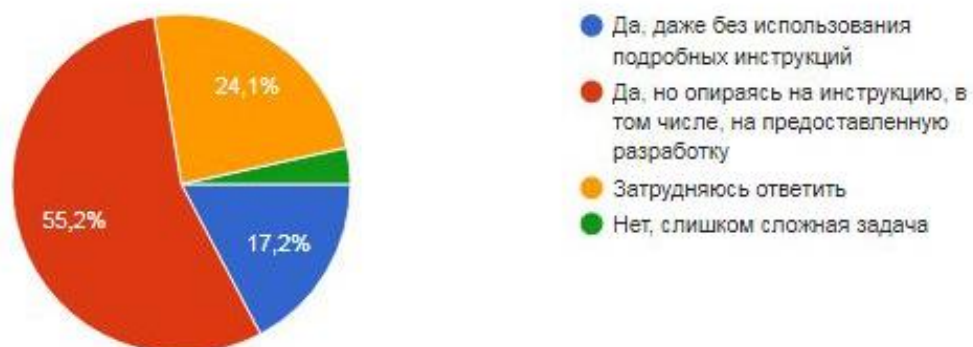


29 ответов



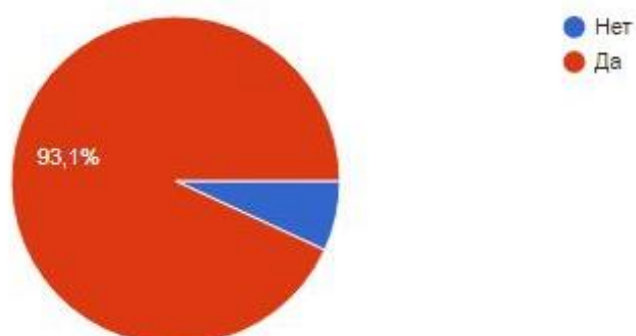
**Рисунок 28. Вопрос №7: «На Ваш взгляд, способствуют ли разработанные элементы дополненной реальности повышению наглядности учебного материала?»**

29 ответов



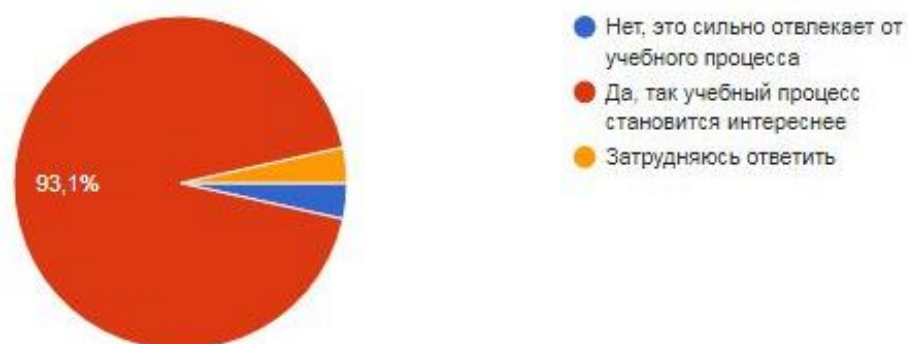
**Рисунок 29. Вопрос №8: «По Вашему мнению, возможно ли разработать элементы дополненной реальности опираясь на приведенный пример?».**

29 ответов



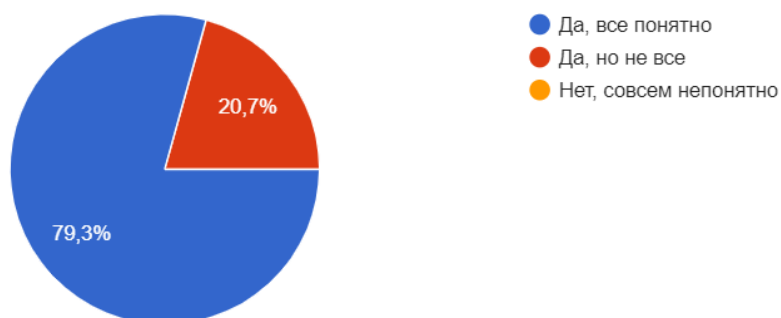
**Рисунок 30. Вопрос №9: «Как Вы считаете, перспективно ли использование AR-технологий в обучении?»**

29 ответов



**Рисунок 31. Вопрос №10: «По Вашему мнению, может ли использование технологии дополненной реальности в образовательном процессе способствовать повышению мотивации к обучению?»**

29 ответов



**Рисунок 32. Вопрос №11: «Были ли понятны методические рекомендации к разработанному приложению?»**